Conseil des sciences du Canada
Science Council of Canada

Abrégé de l'Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Graham W.F. Orpwood
Jean-Pascal Souque

Les abrégés en français et en anglais de cette Étude de documentation ont été rédigés séparément. Les vues qu'ils expriment sont celles de leurs auteurs respectifs; elles ne reflètent pas nécessairement l'opinion du Conseil des sciences du Canada.

Préface

Le présent document est un abrégé de l'Étude de documentation en 3 volumes publiée par le Conseil des sciences du Canada sous le titre *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes*. Voici les titres de ces trois volumes:

I. *Introduction et analyse des programmes d'études,*
par Graham W.F. Orpwood et Jean-Pascal Souque

II. *Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada,*
par Graham W.F. Orpwood et Isme Alam

III. *Études de cas,*
par John Olson et Thomas Russell (dir. de publ.)

Ces trois volumes présentent les résultats des recherches accomplies dans le cadre de l'Étude sur l'enseignement des sciences au Canada réalisée par le Conseil de 1980 à 1983.

Ces travaux ont permis de constituer une base de données qui ont servi aux participants à une série de conférences tenues dans toutes les régions du pays pour débattre les questions évoquées par l'Étude, et envisager les voies qui s'offrent à l'enseignement des sciences au pays. Les résultats de ces recherches sont maintenant diffusés auprès d'un plus vaste public sous forme d'une Étude de documentation, le but visé étant d'inciter les enseignants en sciences et les autres personnes qui se préoccupent de la qualité de l'enseignement des sciences au Canada à poursuivre leur réflexion sur ces questions.

Les conclusions et recommandations basées sur l'étude de documentation résumée dans cette brochure figurent dans un rapport distinct du Conseil des sciences intitulé *À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir*. On peut commander des exemplaires du rapport 36, de l'abrégé et de l'étude de documentation à l'aide de la formule qui se trouve à la dernière page de cette brochure.

Introduction

Une étude nécessaire

À l'heure où les sciences et la technologie prennent le pas sur l'exploitation des ressources pour assurer le dynamisme de l'économie, à l'heure où les technologies nouvelles envahissent la vie quotidienne de la plupart des citoyens, et à la suite de très nombreuses critiques maintes fois formulées par une foule d'observateurs avertis, il importait d'être mieux informé au sujet du fondement même de la formation et de la culture scientifiques: l'enseignement des sciences.

Il apparaissait clairement que, sitôt dépassé le seuil des nuances et des accents propres à chacun en matière d'enseignement des sciences, les critiques devenaient unanimes: cet enseignement n'est pas axé sur les objectifs considérés comme les plus importants ou, du moins, il n'atteint pas les objectifs qu'il prétend atteindre. Le contenu même de l'enseignement des sciences ne semblait pas en cause; ce sont plutôt les raisons pour lesquelles l'élève apprend les sciences et les façons de les enseigner qui causent des problèmes.

Sensible à ces critiques et préoccupé par l'avenir, le Conseil des sciences du Canada a donc entrepris, au cours du printemps 1980, une Étude sur l'enseignement des sciences, en collaboration avec le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) et les associations de professeurs de sciences de chaque province et territoire. L'Étude, d'une durée de trois ans, a fourni des données sur l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires de tout le Canada.

Un triple objectif

Lors de l'élaboration du plan de recherches, trois objectifs de portée générale ont été retenus:

1. Le rassemblement des données de base, afin de mieux cerner les finalités actuelles de l'enseignement des sciences et les caractéristiques générales de cet enseignement dans les établissements scolaires canadiens. Pour ce faire, un premier volet de l'Étude a porté sur les directives émises par les ministères de l'Éducation. Les chercheurs voulaient mettre en évidence les objectifs officiels sous-jacents et les stratégies d'enseignement prescrites aux enseignants.

Dans un second temps, le groupe de recherches a analysé des manuels scolaires et a cherché à déterminer leur importance pour les enseignants et leurs caractéristiques comme outils didactiques.

En troisième lieu il a pu, par le moyen d'un sondage, établir le profil des enseignants en sciences et recueillir leurs points de vue sur les objectifs de l'enseignement des sciences, et sur leur efficacité à atteindre ces objectifs.

Enfin, le dernier volet de cette Étude a été axé sur l'enseignement tel que vécu dans les écoles. Les huit études de cas ont été menées dans différentes provinces. Elles permettent de tenir compte du contexte concret au sein duquel doit s'insérer quotidiennement l'enseignement des sciences.

2. L'analyse de l'historique de l'enseignement des sciences pour mieux comprendre les usages et les objectifs à la lumière de l'expérience acquise.

3. L'encouragement des divers intervenants dans l'enseignement des sciences à suivre un cheminement favorisant les réflexions communes, les échanges et l'élaboration de propositions ou d'options permettant d'améliorer la qualité de l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.

Ce dernier objectif constitue le couronnement de l'Étude, les deux autres lui servant de support documentaire.

Le discours et le vécu

Dans l'enseignement des sciences, comme dans toute autre activité professionnelle, il faut reconnaître l'existence permanente de deux paliers de réalité: celui du discours et celui du vécu.

Le premier concerne les directives, les instructions des ministères et les propos des enseignants et des autres intervenants sur le plan des objectifs de l'enseignement des sciences: c'est ce qui devrait être.

Le second s'articule autour de la façon d'enseigner, du contenu des manuels utilisés et des activités pratiques: c'est ce qui se passe réellement dans les classes, les laboratoires, etc.

Tout le cheminement des travaux de l'Étude a été marqué par la distinction de ces deux caractères fondamentaux: le discours et le vécu. Grâce à une démarche de recherche intégrée, c'est l'arrimage à ces deux pôles qui a été recherché, afin de mieux y sensibiliser les divers intervenants, et de leur faire partager d'autres perceptions.

La raison et la politique

Le cheminement de la recherche devait aussi tenir compte de ce que les programmes d'études, les manuels scolaires et les modes d'intervention des enseignants relevant d'une intention rationnelle évidente, celle-ci s'insère dans un contexte politique. C'est ainsi que, par exemple, les mêmes programmes d'enseignement peuvent être vécus différemment selon le contexte politique qui fixe les titres professionnels exigés des enseignants, les directives officielles, les manuels autorisés, le nombre d'heures d'enseignement . . .

De même, bien qu'il paraisse facile de justifier rationnellement un changement à un programme d'études, il serait présomptueux de prétendre que les responsables en titre et les principaux intéressés accepteront tous spontanément les modifications indispensables.

Des débats et les réflexions communes sur les changements proposés s'imposent d'emblée, en raison de la multitude des intervenants et de la catégorie à laquelle ils appartiennent: celle des *responsables,* regroupant les ministres de l'Éducation, les conseillers scolaires, les fonctionnaires, les administrateurs et les enseignants, ou celle des *intéressés,* comprenant les universitaires, les parents, les milieux industriels et d'affaires, ainsi que le public en général.

Certains se situent plus particulièrement au niveau du discours: de ce qui devrait être, du côté de l'option ou de la solution idéale. D'autres, familiers du contexte et des contraintes accompagnant les modifications proposées, seront plus orientés vers le vécu et l'expérience quotidienne.

Ces divergences de vue et de niveaux d'appréhension gagnent sans doute à être explicitées. Il faut que ceux chargés d'élaborer les programmes tiennent compte des méthodes des responsables et des protagonistes, afin d'éviter de trop fortes contraintes, des heurts ou des blocages stériles. Il est très souhaitable aussi que les responsables oeuvrant sur place, à l'école, établissent la liste des difficultés prévisibles et évaluent la possibilité des changements proposés, afin de conférer quelque réalisme aux solutions envisagées, et de compléter le processus politique ainsi engagé.

C'est en tant qu'intervenant *intéressé* que le Conseil des sciences a mis sur pied cette Étude sur l'enseignement des sciences. Elle servira de tribune pour l'expression des idées de toutes les catégories d'intervenants et de tremplin pour la recherche concertée des moyens d'améliorer l'enseignement des sciences au Canada.

Les quatre outils de recherche

Le programme de recherches sur l'enseignement des sciences entrepris par le Conseil se compose de quatre études réalisées ici et là au Canada:

1. *Analyse des directives concernant les programmes d'enseignement des sciences*

Les directives émises par les ministères de l'Éducation des diverses provinces délimitent les objectifs, le contenu et les stratégies d'enseignement des sciences au primaire et au secondaire. Le contenu de ces directives a été analysé à partir d'un classement des principaux objectifs rencontrés.

C'est par le biais de ces directives que l'on peut percevoir les objectifs privilégiés et les finalités proposées, en somme le cadre qui délimite les fonctions des enseignants en sciences du primaire et du secondaire.

2. *Analyse des manuels scolaires*

Les 4 000 enseignants et plus englobés par l'Enquête utilisent 250 manuels scolaires différents. De ceux-ci, 174 sont approuvés par les ministères concernés. Les analystes, qui en ont choisi 34, ont étudié leurs différents aspects. Les principales questions posées n'ont toutefois pas porté sur leur contenu même, mais sur les contexte de leur utilisation. Par exemple: Quelles sont les principales caractéristiques de ces manuels? Épousent-ils les objectifs désignés par les directives concernant les programmes d'enseignement des sciences?

3. *Enquête auprès des enseignants*

Ce troisième volet de l'Étude visait à mieux cerner le niveau de la pratique. Une enquête effectuée auprès de 4 206 enseignants du Canada a permis de tracer le profil des

enseignants (âge, sexe, degré de formation, expérience, etc.), et d'avoir leurs avis sur leurs méthodes d'enseignement en classe, leurs objectifs pédagogiques et leurs perceptions des différents contextes où s'exerce leur enseignement (social, éducatif et institutionnel).

4. *Études de cas d'enseignement des sciences*

Huit observateurs sont allés constater, dans autant de milieux scolaires différents, le vécu quotidien de l'enseignement des sciences au primaire et aux deux cycles du secondaire. Ces études ponctuelles ont fait ressortir les différents styles d'enseignement, l'intérêt et les réactions des élèves en classe, les approches privilégiées, les travaux en laboratoire . . . Elles révèlent clairement la disparité des contextes du système scolaire.

Les résultats de ces enquêtes et analyses sont résumés dans les pages qui suivent. Ils constituent, en fait, la première banque de données sur l'enseignement des sciences au Canada, et ils permettront, souhaitons-le, des discussions fécondes sur l'orientation de l'enseignement des sciences, ainsi qu'une prise de conscience par chacun des intervenants, et par les enseignants en particulier, des mesures à prendre pour améliorer cet enseignement.

I — Analyse des directives des programmes d'enseignement des sciences

Lorsque l'enseignant prépare ses cours de sciences, il ne part pas de zéro. Connaissant la matière à enseigner et les caractéristiques du groupe d'élèves auxquels il s'adresse, il peut concevoir son cours de façon éclairée et autonome. Toutefois, des directives, des décisions prises ailleurs devront entrer en ligne de compte. Elles doivent le guider, tout en lui imposant des limites et parfois des contraintes. Ce cadre dans lequel devra s'insérer son plan d'enseignement est délimité soit par les ministères de l'Éducation de chacune des provinces et territoires, soit par les commissions scolaires ou encore par la direction même de l'école où œuvre l'enseignant.

Deux types de directives influencent l'enseignement des sciences. Les premières cernent les questions d'ordre général et les secondes précisent les objectifs, le contenu et les stratégies d'enseignement. Ces directives, aux lourdes incidences sur le travail de l'enseignant et la façon dont il l'accomplit, exigent qu'on les examine attentivement.

Pourquoi et comment?

Si la première catégorie de directives fait davantage ressortir le cadre propre à chaque province, la seconde souligne de façon précise l'objet central de l'Étude, à savoir les objectifs, les finalités et les stratégies de l'enseignement des sciences.

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction, les contenus n'étant pas visés par l'Étude, l'analyse des directives des programmes d'études porte essentiellement sur les buts et les fins de l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes.

L'analyse du contenu des directives des programmes d'études scientifiques a été effectuée à partir d'un classement des objectifs de l'enseignement des sciences. Étant donné que les diverses catégories seront utilisées comme cadre de référence tout au long de l'Étude, il est important qu'elles soient présentées et décrites.

1. *Le contenu scientifique*

Les objectifs classés dans cette catégorie sont ceux d'une connaissance et d'une compréhension des notions fondamentales des sciences par les élèves, afin qu'éventuellement ils puissent s'en servir.

2. *La démarche scientifique et les habiletés nécessaires.*

Il faut, disent les directives, développer les habiletés propres aux scientifiques, telles que: l'observation, le classement, la déduction . . . il faut rendre facile l'emploi des méthodes et des outils scientifiques.

3. *Les incidences sociales de l'activité scientifique et technique*

Il faut faire saisir aux élèves le rôle des sciences dans notre société et l'influence de celle-ci sur les premières. C'est un objectif délimité assez récemment.

4. *La nature des sciences*

Il faut que les élèves saisissent les mécanismes des sciences. Cet objectif porte davantage sur l'investigation scientifique et son histoire que sur les résultats des sciences.

5. *L'épanouissement personnel*

Il faut que l'enseignement des sciences permette le développement de l'autonomie, du travail d'équipe, du sens des responsabilités . . . L'élève doit se développer individuellement aux plans intellectuel et moral, et aussi socialement.

6. *Les attitudes*

Il faut développer des attitudes telles que l'honnêteté intellectuelle, l'humilité, l'ouverture d'esprit, les dispositions pour la recherche, le désir de connaissances exactes. Il faut s'efforcer également de développer chez les élèves des attitudes positives à l'égard des sciences elles-mêmes: l'intérêt, l'enthousiasme, l'appréciation, l'ardeur . . .

7. *Les sciences appliquées et la technologie*

Il faut mettre en évidence le fait que l'industrie progresse grâce à l'emploi de certaines technologies, qui sont les applications pratiques des découvertes scientifiques.

8. *L'orientation professionnelle*

Il faut tenter d'établir un lien entre les sciences et les possibilités de carrière.

Objectifs privilégiés

Le classement des différents objectifs de l'enseignement des sciences en huit catégories distinctes a permis d'analyser 120 documents contenant les directives ministérielles des diverses provinces. Ces directives sont concrétisées par les programmes d'enseignement des sciences au primaire et au secondaire.

1. *Au primaire*

Les objectifs privilégiés à ce niveau, et visés par les directives, mettent l'accent sur le développement d'une attitude scientifique. Ils se classent en quatre catégories: le contenu scientifique, la démarche scientifique et les habiletés nécessaires, l'épanouissement personnel et les attitudes à l'égard des sciences.

Il semble qu'un des objectifs n'obtienne pas de consensus évident: les rapports entre sciences et société. Cinq administrations sur douze proposent des objectifs en ce domaine.

2. *Au premier cycle du secondaire*

À ce niveau on insiste encore, mais pas autant qu'au primaire, sur les attitudes à l'égard des sciences. L'étude du contenu scientifique et la démarche scientifique rallient toutes les provinces. Les objectifs concernant les interrelations entre sciences et société reviennent également dans toutes les directives.

En règle générale, les directives prévoient que les programmes de premier cycle du secondaire doivent atteindre des objectifs plus divers que ceux indiqués au niveau primaire.

3. *Au deuxième cycle du secondaire*

Les directives concernant les cours de biologie, de chimie et de physique ont été analysées. Elles semblent viser surtout à faire connaître la nature des sciences et de leurs applications, et moins insister sur les objectifs d'épanouissement personnel et l'amélioration des attitudes à l'égard des sciences. Les publi-

cations récentes envisagent plus souvent les rapports entre sciences et société.

À ce niveau, la disparité des objectifs visés par les diverses administrations provinciales est plus forte qu'aux autres niveaux. De plus, le nombre d'objectifs proposés est plus grand.

Stratégies d'enseignement

Afin d'atteindre des objectifs aussi variés que possible, les ministères de l'Éducation ont recommandé des stratégies d'enseignement tout aussi diversifiées. Leurs décisions se sont concrétisées sous forme de prescriptions, d'autorisations ou d'approbations de manuels destinés aux élèves.

Aux niveaux du cours primaire et du premier cycle du cours secondaire, les stratégies d'enseignement font l'objet d'instructions peu nombreuses. On n'a mis en évidence que quelques encouragements de l'enseignant à élaborer une « approche active ». On retrouve cette tendance au deuxième cycle du secondaire. La seule norme y semble être constituée par les tables de matières et les manuels prescrits. Les directives ne pêchent donc pas par excès.

Il faut en conclure que les décisions concernant la réalisation des objectifs sont prises presque exclusivement par les enseignants.

Questionner les objectifs

L'analyse des directives des programmes d'enseignement des sciences soulève de nombreuses questions, dont les plus pertinentes, sans doute, concernent les objectifs désignés par les directives des ministères de l'Éducation:

- Pourquoi ces directives indiquent-elles autant d'objectifs?
- Est-ce réaliste d'en poursuivre autant en même temps?

- Quel ordre de priorité doit-on donner à la réalisation de ces divers objectifs?
- Dispose-t-on d'une gamme d'outils didactiques variés et adéquats pour les atteindre?
- Le consensus est-il possible pour le choix et le nombre des objectifs à conserver?

Le contenu avant tout

De tous les objectifs désignés par les ministères de l'Éducation, c'est l'apprentissage du contenu scientifique qui rallie le plus les suffrages et ce, pour tous les niveaux d'enseignement. Il est donc bien compréhensible que les enseignants observent aussi bien les instructions contenues dans les manuels.

Interactions entre sciences, technologie et société

Plusieurs critiques de l'enseignement des sciences dénoncent le peu d'attention accordée à l'influence des sciences sur la société et s'inquiètent du désintéressement du public à l'égard des répercussions profondes de l'utilisation des connaissances scientifiques et techniques sur l'existence humaine.

Il semble que les directives désignent certains objectifs pour remédier à ces attitudes, tout au moins quand il s'agit d'élèves des cours de sciences. En effet, toutes les directives concernant l'enseignement des sciences au premier cycle du secondaire comprennent des objectifs inclus dans cette catégorie.

L'enquête menée auprès des enseignants, et dont nous reparlerons plus loin, a montré que ceux-ci considèrent aussi cet objectif comme très important (88,4 % au premier cycle et 87,9 % au deuxième cycle).

- Le bilan des critiques sur les interactions entre sciences et société est-il donc si négatif?
- Les manuels multiplient-ils les activités suggérées afin d'atteindre cet objectif?

Ces questions et bien d'autres devront être débattues par les différents intervenants afin que les choix à faire obtiennent le plus large consensus possible.

II — Analyse des manuels de sciences

Si les directives concernant les programmes d'enseignement des sciences constituent un cadre de référence pour l'enseignant, les manuels représentent des outils didactiques très importants pour la planification et la présentation de ses cours.

C'est pour mieux mettre en relief l'importance des manuels en tant qu'outils didactiques que le groupe de recherches a effectué une analyse de leurs caractéristiques générales.

Les manuels scolaires permettent-ils d'atteindre les objectifs généraux de l'enseignement des sciences? Les faiblesses relevées récemment par certains critiques à propos de celui-ci sont-elles imputables aux manuels utilisés?

C'est autour de ces deux questions fondamentales que s'articule l'analyse descriptive des manuels de sciences.

Le point de vue des enseignants

Une forte proportion des élèves des écoles canadiennes (60 %) n'utilisent pas de manuels pour suivre leurs cours de sciences. Toutefois, cette situation varie énormément d'une province à l'autre, au primaire à tout le moins, où l'usage de notes de cours semble prédominer. Au niveau secondaire (premier et second cycles), les manuels de sciences sont utilisés par 75 à 90 pour cent des élèves.

Les professeurs trouvent ces manuels très utiles pour la préparation de leurs cours. Cette utilisation croît du primaire au second cycle du secondaire. Les enseignants se servent aussi de manuels non agréés et de ressources didactiques provenant de la bibliothèque pour préparer leurs cours. Paradoxalement, les professeurs du primaire recourent davantage aux ressources de la bibliothèque que ceux du secondaire. Ces derniers s'inspirent plus volontiers de manuels non agréés.

L'enquête a également révélé que la moitié des enseignants soutiennent que la responsabilité du choix des manuels devrait être exercée par un comité de professeurs, au niveau des commissions ou des conseils scolaires, plutôt qu'au sein des ministères.

Une satisfaction générale

Au cours de la même enquête, les enseignants ont été invités à évaluer les manuels utilisés par leurs élèves: ils ont estimé que les 50 manuels compris dans l'échantillon proposé étaient globalement satisfaisants.

Leurs avantages sont les suivants: bien illustrés, faciles à lire, ils sont généralement bien adaptés à l'âge mental des élèves, et ces caractéristiques distinguent particulièrement les manuels destinés aux élèves du deuxième cycle du secondaire.

Par contre, les enseignants déplorent que beaucoup de manuels ne présentent pas d'exemples tirés du contexte canadien ou de descriptions des applications des découvertes scientifiques. Ils signalent aussi que si ces manuels sont utiles aux élèves brillants, ils semblent de peu de secours pour les élèves moins doués.

Enfin, les enseignants se déclarent généralement satisfaits des manuels qu'ils utilisent pour préparer leurs cours.

Des manuels vieillis

Les données fournies par Statistique Canada montrent la présence dans le commerce d'une grande variété de manuels de sciences. Par ailleurs, une enquête fait ressortir l'obsolescence croissante d'une proportion appréciable des manuels actuellement en usage: les deux cinquièmes ont été publiés avant 1975, et pour 20 pour cent de ces derniers, la date de parution remonte à douze ans et plus!

Ce vieillissement du contenu des manuels semble inquiétant, surtout quand on note que c'est dans les manuels publiés après 1975 que l'on retrouve une plus grande sensibilisation au contexte canadien, aux interactions entre sciences et société, ainsi qu'à la nécessité d'écarter les stéréotypes sur la nature des occupations en fonction du sexe.

Caractéristiques des manuels

Ayant toutes les caractéristiques de l'ouvrage imprimé, le manuel doit d'abord être jugé comme tel: attrait de la mise en page, présence d'illustrations appropriées, usage de la couleur à bon escient, lisibilité des caractères typographiques, solidité de la reliure, etc.

Pourtant, il doit surtout être évalué en fonction de la pertinence de son contenu pour l'enseignement: ce sont les concepts, les faits, les lois et les théories qui constituent le langage de la science.

La structure du manuel de sciences est caractéristique de la façon dont l'auteur présente le discours scientifique. Il choisit, présente et introduit les concepts selon leur ordre logique d'apparition, l'objectif visé par le cours, le degré d'avancement des élèves ou, plus simplement, selon le modèle qui prévaut habituellement dans les manuels.

Selon ses intentions pédagogiques et ses objectifs préférés, l'auteur du manuel peut envisager un contexte particulier, et mettre l'accent sur l'un ou l'autre des éléments composant ce contexte: la nature des sciences, le cadre physique du contenu, les données historiques ou la composante socio-culturelle regroupant les aspects sociaux, économiques et politiques de l'activité scientifique (c'est-à-dire le contexte du contenu scientifique). Il va sans dire, cependant, que le contexte qui prévaut dans un manuel se calque sur celui des objectifs prédominants dans l'enseignement des sciences.

Le manuel étant avant tout un outil didactique, il doit contenir une stratégie pédagogique encourageant l'élève à apprendre. Les questions posées dans le texte, les problèmes à résoudre, les activités de laboratoire et les projets à réaliser à l'extérieur de l'école contribuent en ce sens. Ici encore, l'auteur effectue un choix où transparaissent ses priorités pédagogiques, sa vision du monde, son modèle d'apprentissage, son approche de l'enseignement et, éventuellement, son expérience personnelle d'enseignant.

Après cette description sommaire des principales caractéristiques des manuels de sciences, les analystes se sont efforcés de faire ressortir l'image des sciences que les manuels véhiculent, à partir d'un choix de 34 d'entre eux.

Cette image des sciences dans les manuels était articulée autour de six thèmes: les intentions explicites des auteurs, l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés nécessaires, la prise de conscience des interactions entre sciences, technologie et société, le contexte canadien, l'image de l'activité scientifique et, enfin, l'invitation à entreprendre une carrière en science ou en technologie.

Sur les 34 manuels retenus, quatre étaient des manuels de sciences générales de niveau primaire, quatorze manuels étaient au niveau du premier cycle du secondaire (trois en sciences générales, quatre en sciences physiques et sept en biologie) et seize au niveau du second cycle du secondaire (quatre en biologie, huit en chimie et quatre en physique).

Les intentions des auteurs

L'examen des manuels a été effectué en fonction du cadre de référence déjà utilisé précédemment pour l'analyse des directives.

En gros, les analystes ont constaté une grande similitude entre les intentions des ministères de l'Éducation et celles des auteurs de manuels. Les uns et les autres visent évidemment

des objectifs de communication d'un contenu scientifique et d'acquisition d'une démarche scientifique.

Les intentions concernant la troisième catégorie d'objectifs, les incidences sociales de l'activité scientifique et technique, se retrouvent dans 28 manuels sur 34. Toutefois, les activités correspondantes sont exposées moins en détail que celles concernant les deux premières catégories.

Les manuels ne font guère allusion à la nature des sciences et de la technologie.

Par contre, l'ambition et l'optimisme des auteurs sont illustrés par les intentions qu'ils expriment à l'égard de l'épanouissement personnel des élèves.

Les attitudes scientifiques souhaitables chez les élèves sont difficiles à circonscrire, et c'est sans doute pour cette raison que les intentions des auteurs à ce propos ne sont pas clairement exprimées.

Un seul des ouvrages de l'échantillon signale explicitement l'importance à accorder aux sciences appliquées. C'est donc dire que l'étude des sciences appliquées et de la technologie ne constitue pas en général une priorité pour les auteurs de manuels de sciences.

Quant au dernier objectif, soit la formation professionnelle, les auteurs, là non plus, ne semblent pas lui accorder beaucoup d'importance, puisque seuls quelques manuels en parlent de façon précise.

Cet examen des manuels révèle concrètement les priorités des auteurs et laisse entrevoir les points que les enseignants seront invités à traiter de façon plus approfondie.

Le laboratoire: les objectifs et le vécu

On a vu la très grande importance que les ministères de l'Éducation et les auteurs de manuels accordent à l'acquisition, par l'élève, du contenu, de la méthode et des habiletés scientifiques. Il faut se souvenir que c'est le laboratoire qui constitue

le principal moyen d'acquérir ce savoir-faire scientifique, et qui en fournit l'occasion privilégiée.

À l'aide d'une grille d'analyse des activités que l'on peut effectivement réaliser en laboratoire au cours de l'année scolaire, les analystes ont pu mettre en relief les grandes tendances structurelles des travaux requis et les genres d'habiletés qui découlent de ces activités réalisées en laboratoire.

Les conclusions de cette analyse font ressortir les faits ci-dessous. Selon les directives contenues dans les manuels d'expérimentation:

- les élèves sont presque toujours très encadrés au laboratoire, les expériences étant dirigées dans une proportion de 95 pour cent; et
- l'approche préconisée par les guides amène les élèves soit à effectuer des généralisations à partir des données recueillies (l'approche inductive reste privilégiée au primaire surtout), soit à vérifier les lois apprises.

Une dernière remarque sur l'organisation des travaux de laboratoire montre que les élèves ne sont guère encouragés à mettre en commun les résultats observés au cours des travaux.

Les tâches réellement effectuées font douter que ces objectifs d'acquisition d'habiletés scientifiques comme la formulation d'hypothèses ou la vérification expérimentale soient réellement atteints.

Sur 32 manuels, 28 ne permettent pas une fois à l'élève de concevoir le procédé d'observation de mesure ni, bien entendu, de concevoir l'expérience. L'accent est mis sur l'observation, l'utilisation d'appareils, la compilation des résultats.

On demande plus souvent aux élèves du deuxième cycle du secondaire d'expliquer des relations et des formules, de proposer une généralisation ou un modèle, mais rarement dans plus de la moitié des expériences. Aussi, les élèves n'ont-ils

guère l'occasion d'appliquer la méthode expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable.

Interactions entre sciences, technologie et société

La plupart des ministères de l'Éducation au Canada considèrent que l'un des buts de l'enseignement des sciences est la sensibilisation des élèves aux incidences sociales de l'activité scientifique et technologique. Cette tendance à conférer à cet enseignement une perspective sociale n'est pas particulière au Canada; elle a été mise en relief en Australie, en Grande-Bretagne, aux États-Unis et, au plan international, par l'UNESCO.

Les manuels de sciences contiennent-ils une stratégie pédagogique de présentation des activités scientifiques et techniques dans une perspective sociale?

Pour le savoir, les analystes ont identifié les messages contenant des informations dans ce sens. Les différentes catégories de messages concernaient:

a) l'utilisation par l'élève de ses connaissances scientifiques et techniques dans des applications utiles à lui-même ou à sa communauté;

b) des informations sur les incidences favorables ou néfastes des activités scientifiques et techniques sur la société;

c) les façons dont une société utilise les connaissances produites par ces activités pour résoudre des problèmes; et

d) les aspects moraux et juridiques des activités scientifiques et techniques.

Les manuels de sciences ne demandent que peu ou pas d'activités (le cinquième seulement de toutes les activités suggérées) mettant en œuvre le savoir sur le plan des interactions entre sciences, technologie et société, et invitent les élèves à agir dans leur communauté plus qu'à l'école.

Ces manuels sensibilisent les élèves par des messages à caractère socio-économique portant, par exemple, sur la pollution, le gaspillage des ressources, l'apport de la recherche

médicale . . . Les messages les plus souvent cités dans la catégorie politique sont ceux sur la faim dans le monde, les maladies, les besoins mondiaux de nouvelles sources d'énergie . . .

Une dernière catégorie de messages met en relief les problèmes moraux associés à l'expérience scientifique: quelle doit être l'attitude personnelle à l'égard de la pollution, du gaspillage, de l'usage des drogues psychotropes, de l'ingénierie génétique, etc.

Des manuels rédigés à l'étranger

En général, les manuels de sciences en usage dans les écoles canadiennes ne contiennent à peu près rien sur l'activité scientifique et technique au Canada, sur son histoire et ses répercussions dans la société.

Quand un manuel présente la réalité canadienne, c'est qu'il a été écrit par des Canadiens. Les auteurs des 18 manuels ne présentant que peu ou pas de contexte canadien sont américains, à quatre exceptions près. La présence d'un contexte étatsunien dans plusieurs de ces manuels montre qu'aucun effort d'adaptation du texte à la réalité canadienne n'a été fait.

Les manuels de sciences présentent des exemples étrangers, alors que des exemples canadiens sont disponibles. Enfin, le manuel de biologie mentionnant le nom du Frère Marie-Victorin, scientifique et promoteur des sciences au Canada français, reste à écrire.

- Le Canada n'a-t-il pas une image des sciences qui lui est particulière, des visages de Canadiens qui se sont illustrés dans les sciences à présenter aux élèves?
- Les critères d'agrément des manuels ne devraient-ils pas être plus exigeants en ce qui concerne le contexte canadien?

Les sciences: un produit et un processus

Pour expliquer la nature des sciences, les auteurs de manuels utilisent des définitions de celles-ci et de la méthode scientifique. Ils présentent les sciences tant comme un produit que comme un processus. C'est ainsi qu'ils décrivent la méthode scientifique comme un processus de résolution des problèmes permettant d'accroître la masse des connaissances.

On désire avant tout faire comprendre aux élèves que c'est par la démarche scientifique qu'ils deviendront scientifiques et qu'ainsi leur sera ouverte, à leur tour, la porte du savoir.

L'image des sciences

L'activité scientifique décrite explicitement dans la plupart des manuels de sciences donne de celle-ci une image standardisée.

Cette image se conforme au concept de la nature des sciences décrit précédemment. On la perçoit à travers cette science des manuels et à partir des définitions qu'en donnent les auteurs puis, dans la pratique, par l'examen du genre d'activités demandées aux élèves et par les messages qui leur décrivent comment les sciences opèrent.

L'histoire des sciences dans les manuels

Les auteurs ne proposent que rarement des objectifs portant sur l'histoire des sciences. Seule une liste de savants, mentionnant leurs découvertes et la date de celles-ci, ou encore une série d'études de cas plus ou moins détaillées, répond au besoin d'une perspective historique.

Voici quelques raisons de l'introduction de l'histoire des sciences dans les manuels examinés: l'intérêt qu'elle suscite, ses avantages pédagogiques sur le plan de la compréhension des concepts, et comme illustration des aspects humains des

sciences et de la nature de l'activité scientifique. Un seul manuel met en relief l'attrait de l'histoire des sciences en elle-même pour les élèves.

Les auteurs de manuels ne font guère mention du cadre historique ou social dans lequel ont œuvré les scientifiques dont ils parlent. Malgré l'accent mis par les auteurs des manuels de sciences sur la communication scientifique, la nature de l'équipe au sein de laquelle les scientifiques travaillent n'est que rarement décrite, tout comme les réseaux d'échanges d'idées qu'ils utilisent.

Très souvent, la science des manuels paraît hors de son contexte historique. Les auteurs présentent les scientifiques comme des génies solitaires ayant eu la bonne idée, opportunément. L'examen de la « science » des manuels suscite bien des questions:

- Les élèves et les professeurs sont-ils bien conscients des messages implicites concernant la nature des sciences que l'on retrouve dans les manuels?
- La standardisation générale des manuels est-elle acceptable?
- La politique des ministères de l'Éducation, telle celle qui, au Québec, oblige les auteurs à rédiger des manuels contribuant à la réalisation de ses objectifs, constitue-t-elle une étape vers la disparition de cette standardisation?

III — Enquête auprès des enseignants

Pour obtenir une vue d'ensemble sur l'enseignement des sciences au Canada, le groupe de recherches a estimé qu'après l'analyse des directives des ministères et l'examen des manuels de sciences, il lui faudrait effectuer un sondage auprès des enseignants, afin d'établir leur profil général et de recueillir leurs opinions.

L'enquête ainsi faite auprès des enseignants visait tout d'abord à révéler l'importance que ceux-ci accordaient aux divers objectifs de l'enseignement des sciences et, ensuite, à leur permettre d'évaluer eux-mêmes l'efficacité de leur enseignement dans le cadre de la réalisation de ces objectifs.

Un sondage systématique et complet

C'est la méthode du sondage qui a été retenue parce qu'elle est la plus complète et la plus systématique. Sans revoir toute la méthodologie de cette enquête auprès des enseignants, soulignons-en quelques caractéristiques essentielles.

Le plan d'échantillonnage et les méthodes de sélection avaient été élaborés en collaboration avec des experts en sondage de Statistique Canada. La population-cible de l'échantillonnage était constituée par les enseignants des écoles publiques élémentaires et secondaires relevant de la compétence d'un gouvernement provincial ou territorial. Ces enseignants devaient en outre avoir exercé leur tâche entièrement ou en partie dans l'enseignement des sciences au cours de l'année scolaire 1981-1982.

L'échantillonnage a retenu 1 227 écoles et 6 865 enseignants en sciences sur un ensemble de 13 644 écoles et de 98 404 enseignants. Grâce à la collaboration empressée des directeurs d'école et des enseignants, la participation effective a été de 879 écoles et de 4 206 répondants, soit des taux de réponse respectifs de 72 et de 61 pour cent.

Les méthodes d'échantillonnage, de recueil des données, d'analyse et de traitement de celles-ci ont suivi les règles habituelles de ces sondages. Les différents tests de vérification ont révélé que les données recueillies étaient très fiables.

Profil démographique des enseignants

Qui enseigne les sciences au Canada? Voici quelques données sommaires sur le profil démographique des enseignants en sciences, telles qu'elles ont été communiquées par les répondants eux-mêmes.

En majorité des hommes

Sauf au primaire, où les femmes représentent plus des trois quarts du corps enseignant, l'enseignement des sciences est dominé par les hommes, qui forment 69,4 pour cent des effectifs au premier cycle du secondaire et 88 pour cent au deuxième cycle. Il faut noter toutefois que ces pourcentages varient assez fortement selon les provinces.

Un âge moyen

L'âge des enseignants en sciences varie de 26 à 45 ans. Les plus jeunes se retrouvent au premier cycle du secondaire et les plus âgés au deuxième cycle. L'âge moyen des enseignants est de 36 ans au primaire, 35 ans au premier cycle et 39 ans au deuxième cycle du secondaire. En général, les enseignants sont un peu plus âgés que les enseignantes.

Une expérience pertinente

Plus de la moitié de l'ensemble des enseignants en sciences ont plus de dix années d'expérience; mais au deuxième cycle du secondaire, 51,5 pour cent des enseignants ont quatorze ans ou plus d'expérience. Si les femmes comptent un peu plus d'années d'expérience que les hommes au niveau primaire, c'est l'inverse qu'on observe au premier et au deuxième cycle du secondaire. Un dernier coup d'oeil sur l'expérience des enseignants en sciences révèle que les enseignants des régions urbaines possèdent une expérience relativement plus longue que ceux des régions rurales.

De plus en plus qualifiés

La tendance des enseignants, observée depuis vingt ans, à acquérir des diplômes universitaires de niveau croissant est confirmée par l'enquête. La majorité des enseignants en sciences sont diplômés d'université, à 90 pour cent au premier et au deuxième cycle du secondaire, et à 66 pour cent environ au niveau primaire. L'enseignant le moins expérimenté, c'est-à-dire le plus jeune, a eu en général une formation plus complète que celui qui a plus d'expérience.

Formation en sciences

Lorsqu'on examine la formation des enseignants en des disciplines précises, on note que leur niveau de compétence pour l'enseignement des sciences est moins évident. Ou bien peu d'enseignants ont assisté à des cours universitaires en sciences, ou bien ces cours ont été suivis plusieurs années auparavant. En effet, près des trois quarts des enseignants en sciences du primaire n'ont pas suivi de cours universitaires en sciences; au premier cycle du secondaire, plus du tiers avouent cette lacune de leur formation. Si, au deuxième cycle du secondaire, 94,5 pour cent des enseignants en sciences ont suivi des

cours universitaires pertinents, ces cours datent de cinq ans pour les deux tiers de ce groupe et de plus de dix ans pour le reste. Soulignons cependant que plus de la moitié des enseignants au premier et au deuxième cycles ont acquis une certaine expérience des sciences ailleurs que dans leur école ou à l'université en occupant des emplois de nature scientifique dans les milieux de la recherche, du développement technique, de l'agriculture, etc.

Si vous aviez le choix

À la question suivante: si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout?, près du tiers des enseignantes au primaire et au premier cycle du secondaire ont dit qu'elles préféreraient ne pas enseigner les sciences, ou n'en sont pas certaines. Pour la plupart d'entre elles, ce sont leurs lacunes de formation et d'expérience qui justifiaient cette préférence. Parmi tous les enseignants préférant abandonner l'enseignement des sciences, 83 pour cent n'avaient fait aucune étude universitaire.

Les objectifs importants

L'enquête devait permettre d'évaluer le consensus des enseignants au sujet de l'importance des objectifs de l'enseignement des sciences, et de savoir quelles étaient leurs priorités. Cette information complète les données de l'analyse des objectifs fixés dans les directives ministérielles et les manuels. On a fait l'évaluation de ce consensus par niveau d'enseignement, ce qui a permis de déterminer ce que les enseignants du primaire pensent des objectifs de l'enseignement primaire, et ainsi de suite.

La liste des objectifs proposés à l'évaluation contient six nouveaux thèmes tirés de l'étude du Conseil des sciences, outre

les huit catégories considérées lors de l'analyse des documents ministériels.

Au niveau primaire

Les enseignants sont, en général, d'accord avec les objectifs de développement des dispositions pour les activités scientifiques et des habiletés pertinentes.

Notons cependant quelques nuances: les enseignants, plus que les enseignantes (76,5 % et 59,6 %), et les enseignants moins expérimentés plus que les enseignants expérimentés (71,7 et 59,5 %), ont estimé que l'objectif de contenu scientifique était assez ou très important.

Au premier cycle du niveau secondaire

On constate à ce niveau, comme dans l'analyse des directives ministérielles, que les objectifs considérés importants par les enseignants sont plus nombreux. La plupart d'entre eux en placent au moins huit en avant, et les premiers sont ceux des enseignants du primaire: attitudes, habiletés scientifiques et aptitudes sociales. À ces trois objectifs s'ajoutent cinq thèmes: interactions entre sciences et société, applications pratiques des sciences, contenu scientifique, rapport entre les sciences et la perception du monde chez les élèves et, enfin, capacités de lecture et de compréhension des questions scientifiques.

Les enseignantes plus que les enseignants trouvent importants les deux objectifs suivants: une prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations tant des femmes que des hommes (78,7 % contre 64,3 %), ainsi que de l'activité scientifique au Canada (67,9 % contre 44,3 %).

Ces deux derniers objectifs sont mieux mis en relief par les enseignants en milieu urbain que par ceux qui enseignent en milieu rural (55,5 % contre 44,5 %).

Au deuxième cycle du niveau secondaire

On constate que les enseignants du second cycle donnent de l'importance à un plus grand nombre d'objectifs, comme les directives ministérielles analysées.

C'est cependant au sujet des huit objectifs retenus comme prioritaires au premier cycle que l'accord semble le plus complet. Les enseignants de second cycle cherchent à atteindre tous les objectifs proposés.

Ici encore, les enseignantes plus que les enseignants soulignent l'importance (82,3 % contre 71,6 %) d'une prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes.

Les objectifs prioritaires

Dans le but de faciliter la comparaison, les quatorze objectifs ont été ramenés, par groupements successifs, aux huits catégories utilisées dans l'analyse des directives. Quels sont les objectifs de l'enseignement des sciences que les répondants considèrent comme prioritaires? Les priorités des enseignants sont-elles semblables à celles désignées par les ministères? ministères?

Par ordre de priorité, les enseignants accordent la plus grande importance aux objectifs de contenu scientifique, de démarche scientifique et d'acquisition des habiletés scientifiques, de même qu'aux incidences sociales de l'activité scientifique et technique. La connaissance des faits, des concepts, des lois, l'acquisition des habiletés et l'apprentissage des méthodes de recherche revêtent une importance capitale pour les enseignants des trois niveaux.

Une autre de leurs priorités porte sur la connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société actuelle. Il ne faut pas oublier que les directives officielles insistent sur les mêmes points. Bien que les enseignants s'accordent sur la nécessité de sensibiliser les élèves aux effets des sciences sur

la société, il ne leur semble pas qu'il faille les envisager dans le cadre du Canada, car cet objectif ne recueille qu'une faible adhésion aux trois niveaux. Les mêmes observations ont été faites à l'analyse des directives ministérielles.

Alors que la connaissance des applications pratiques des sciences est appréciée par les enseignants de l'élémentaire et du secondaire, ils relèguent la connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent, en fin de liste. De nouveau, ces évaluations coïncident avec les résultats de l'analyse des directives.

L'acquisition d'attitudes et de dispositions favorables à l'activité scientifique constitue un objectif que les évaluations des enseignants des trois niveaux et les directives ministérielles placent dans un rang moyen.

L'objectif de prise de conscience des rapports entre la formation scientifique et les possibilités de carrière ultérieure est considéré comme très important par une proportion élevée des enseignants du deuxième cycle (77,3 %), ce qui était à prévoir.

Au niveau primaire, l'acquisition d'aptitudes sociales, de capacités de lecture et de compréhension des textes scientifiques est importante tant pour les enseignants que pour les directives ministérielles. Mais ces objectifs semblent toutefois perdre de l'importance au niveau secondaire.

La cote relativement faible accordée à l'objectif de prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations tant des femmes que des hommes paraît confirmer une faible sensibilisation à ce problème tant chez les enseignants que parmi les auteurs des directives.

Au bas de l'échelle des priorités se retrouvent les objectifs de connaissance de l'élaboration du savoir scientifique (la nature des sciences), de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique. Moins en vogue, ces objectifs n'obtiennent pas plus d'importance aux yeux des rédacteurs des directives ministérielles.

Afin de savoir comment les enseignants évaluent leur efficacité dans l'atteinte de ces objectifs, les investigateurs

leur ont posé cette question: dans quelle mesure estimez-vous que votre enseignement permet aux élèves d'atteindre les objectifs suivants? Pour y répondre, les enseignants devaient évaluer leur performance selon une échelle à quatre degrés entre très inefficace et très efficace, mais il leur était possible d'indiquer qu'ils ne cherchaient pas à atteindre cet objectif.

Priorité = efficacité

Une constante apparaît à tous les niveaux. Les enseignants déclarent que leur efficacité est fonction de l'importance et de la priorité qu'ils accordent aux différents objectifs de l'enseignement des sciences. On constate donc sans surprise que, par exemple, ils disent atteindre très efficacement l'objectif du contenu scientifique.

Il y a des exceptions. Au premier cycle, bien que 88,4 pour cent des enseignants reconnaissent l'importance de l'objectif concernant les interactions entre sciences et société, 64,9 pour cent seulement des répondants estiment que leur enseignement est efficace sur ce plan.

Au deuxième cycle, ce même objectif, jugé important par une forte proportion d'enseignants (87,9 %), ne paraît poursuivi efficacement que par une proportion beaucoup plus faible (69,3 %).

Sans évoquer la question de l'aptitude des enseignants à évaluer eux-mêmes leurs capacités d'enseigner les sciences, il est préférable de rechercher quelles sont les difficultés empêchant la réalisation des objectifs retenus.

Facteurs de réussite

Outre l'importance que les enseignants attachent à la réalisation des objectifs, certains facteurs contribuent au succès de l'enseignement. L'enquête a permis de recueillir des précisions sur ces facteurs, qui sont de deux ordres différents. Les trois premiers, soit les moyens didactiques, la formation et l'expérience de l'enseignant, et les habiletés et la motivation des élèves, se classent sous la rubrique des interactions pédagogiques entre enseignant et élèves. Les trois autres facteurs, soit les installations matérielles, les dispositions prises par l'administration scolaire et le soutien accordé à l'enseignement des sciences par la communauté et les responsables, sont de nature externe.

Bien que tous ces facteurs soient considérés comme importants par les répondants, soulignons que les enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire se préoccupent davantage des installations matérielles et de l'organisation administrative, alors que ceux du deuxième cycle du secondaire s'inquiètent surtout des aptitudes des élèves et de leur motivation pour le cours de sciences.

Moyens didactiques satisfaisants

Les réponses aux cinq questions sur les moyens didactiques posées au cours de l'enquête ont révélé que les manuels constituent un outil didactique de premier ordre. Pour trois enseignants du secondaire sur quatre, ce sont les plus importants. Pour ceux du primaire, les bibliothèques leur sont fort utiles lors de la préparation des cours. Les enseignants jugent que les manuels sont satisfaisants, sauf quand il s'agit d'élèves peu doués. Enfin, les enseignants déclarent que le choix et la préparation des guides pédagogiques devraient être confiés à un comité d'enseignants collaborant avec les commissions scolaires, le ministère assumant la responsabilité de désigner les objectifs.

Il est intéressant de se poser certaines questions au sujet des moyens didactiques utilisés:

- Quelle devrait être la nature des nouveaux moyens qui permettraient d'atteindre les objectifs mieux que ne le font les moyens actuels, comme c'est le cas pour l'objectif de connaissance des interactions entre sciences et société, au sujet duquel les enseignants ont déclaré que leur enseignement était peu efficace?
- Les différentes publications des ministères sont-elles accessibles? Sinon, comment faciliter leur accès?
- À l'heure de l'informatique, ne pourrait-on mettre sur pied une banque de moyens didactiques disponibles sous la forme et au moment voulus?

Un perfectionnement inefficace et inadéquat

La réorganisation du système d'enseignement des sciences exigera des programmes de perfectionnement plus efficaces. En effet, deux enseignants sur trois, au moins, estiment que les programmes actuels ne sont pas très efficaces, quand ils existent. Trois sur quatre seraient disposés à participer à des ateliers de perfectionnement pendant, ou en dehors des heures de classe.

- Pour quelles raisons les programmes de perfectionnement ne sont-ils pas efficaces?
- Comment les rendre plus adéquats et permettre ainsi aux enseignants d'étendre leurs capacités et de s'intéresser de plus près à leur enseignement?

Les enseignants estiment qu'ils apprennent davantage de leurs collègues.

- Ne peut-on pas concevoir une formule efficace et plus structurée de mises en commun et d'échanges d'idées, d'interrogations communes sur le plan local d'abord, et provincial ensuite?

De la motivation et des aptitudes

Selon les enseignants, les élèves sont, en général, bien disposés à l'égard de l'enseignement des sciences et ils s'y intéressent largement. Les filles auraient des aptitudes semblables à celles des garçons. Selon des opinions qui semblent dépendre du sexe du répondant, mais pas de façon systématique, les garçons s'intéresseraient plus aux sciences au cours primaire et les filles, au deuxième cycle du secondaire.

- Est-ce que l'enseignement des sciences exploite suffisamment l'intérêt et les aptitudes des élèves pour les sciences?
- S'intéresse-t-on assez aux expériences para-scolaires des élèves?
- Comment rattacher ces activités à l'enseignement dans les classes?
- Les filles continuent à abandonner les cours de sciences. Elles sont peu nombreuses à acquérir une formation scientifique. Comment expliquer cette situation? Comment y remédier en pratique?

Le cadre physique de l'enseignement des sciences

Les enseignants du secondaire (surtout au deuxième cycle) sont satisfaits de la qualité des installations (laboratoires, appareillage). Il n'en va pas ainsi au primaire, où l'enseignement des sciences se déroule dans les classes habituelles et ne dispose

que de peu d'appareillage. Les enseignants jugent cette situation médiocre ou très médiocre.

- Quelles devraient être les installations et l'appareillage nécessaires pour atteindre efficacement les objectifs de l'enseignement des sciences dans les années 1980-1990, en particulier ceux concernant l'articulation sciences/ société?

Les dispositions administratives

Les administrateurs scolaires accordent à l'enseignement des sciences toute l'attention qu'il mérite. Celui-ci paraît être traité aussi bien ou mieux que les autres matières au programme d'études. Les enseignants évaluent le nombre moyen d'élèves à vingt-cinq au primaire et à vingt-sept au secondaire, et le temps accordé à l'enseignement des sciences leur paraît à peu près suffisant. Il faut noter que les enseignants en sciences du secondaire se spécialisent alors que ceux du primaire, à cause du phénomène d'intégration de l'enseignement des sciences, professent toutes sortes de matières, dont les sciences de la nature.

- En raison de l'intégration de l'enseignement des sciences au primaire, on peut se demander, en gros: quelle est la place que les sciences doivent occuper à chaque étape de la scolarisation des élèves?

Les enseignants ont aussi donné leurs avis sur le degré de soutien de la communauté et sur le type de direction et de coordination de l'enseignement des sciences au niveau de l'école et de la commission scolaire.

- Quel genre d'encadrement est particulièrement nécessaire pour l'enseignement des sciences au primaire?

- Comment réaffecter les ressources humaines de l'enseignement des sciences au secondaire de façon à aider et à améliorer l'enseignement au premier cycle du secondaire et au primaire?

Au sujet du soutien de la collectivité à l'enseignement des sciences, 60,8 pour cent des enseignants au primaire et 40,9 pour cent au premier cycle du secondaire signalent qu'ils n'ont pas profité d'une contribution particulière de l'industrie. Malgré cela, une forte majorité d'enseignants croient que l'industrie devrait contribuer concrètement à l'enseignement des sciences.

- Est-il possible que les entreprises industrielles participent davantage à l'enseignement des sciences en laissant l'école préserver son intégrité et assumer ses responsabilités envers les élèves?

L'enquête a atteint ses objectifs de recueil des données et on estime qu'elles permettront aux intervenants d'étayer leurs opinions au sujet de l'avenir de l'enseignement des sciences au Canada.

IV — Études de cas

Les études de cas d'enseignement des sciences forment le quatrième volet de l'Étude sur l'enseignement des sciences au Canada. On y décrit ce qui se passe réellement en classe. Les chercheurs voulaient dépasser le niveau du discours et décrire les méthodes pratiques d'enseignement. Ils désiraient recueillir des renseignements sur les stratégies mises en œuvre par les enseignants en classe, sur les objectifs qu'ils visent et sur la façon dont ils perçoivent les contextes pédagogique, administratif et social de leur activité professionnelle.

Dans huit écoles du Canada, les enquêteurs ont recueilli, au cours de plusieurs mois, des données issues d'observations et d'entrevues, et ont analysé les documents grâce à une méthodologie qu'ils avaient élaborée antérieurement. Les écoles avaient été choisies de façon à bien représenter les diverses régions et des milieux scolaires variés. Dans chaque école choisie, ils ont consigné la nature de ce qui se passait en classe, l'emploi de divers documents et les perspectives des enseignants interrogés.

Afin de présenter plus clairement le déroulement effectif de l'enseignement des sciences en classe, nous allons décrire les principales caractéristiques des études de cas selon le niveau scolaire; de cette façon, les particularités qu'on retrouve à chacun de ces niveaux apparaîtront mieux.

10 pour cent du temps et moins

L'enseignement des sciences *au primaire* ne représente qu'une faible partie de la charge quotidienne d'enseignement, puisqu'on n'y consacre qu'environ 10 pour cent du temps d'enseignement, et parfois moins. À l'école primaire de Seaward, sur les dix classes où l'on est censé donner un enseignement des sciences de façon régulière, deux seulement bénéficient de tout le temps qui lui est assigné officiellement, alors que les autres

n'en obtiennent que beaucoup moins. Certaines classes n'en reçoivent que peu ou pas du tout, parfois irrégulièrement et pas nécessairement sous la forme d'un cours de sciences avant tout.

Importance de « l'intégration » des sciences

« La lecture et les maths ont toujours reçu la priorité, et toutes les autres matières, hygiène, sciences de la nature, sciences sociales, n'obtiennent que ce qui reste ». Quand un enseignant s'exprime ainsi, on comprend mieux cette caractéristique, très répandue au primaire, d'« intégration » des sciences. À l'école primaire Trillium, une enseignante souligne qu'elle associe souvent plusieurs sujets chaque fois que c'est possible et que cette « intégration » est importante pour l'enseignement des sciences qu'elle donne. Elle estime que les sciences s'intègrent bien à l'enseignement des mathématiques et des sciences sociales. Cette façon d'enseigner les sciences s'explique par l'obligation où se trouvent les enseignants d'équilibrer leur grille-horaire, afin d'optimiser leur emploi du temps.

En adoptant l'intégration des cours de sciences, les enseignants favorisent leurs intérêts propres et, en conséquence, le contenu scientifique de leur enseignement peut être bien faible ou même nul.

- Est-ce là une méthode valable pour enseigner les sciences pendant les premières années scolaires des enfants?
- Quelles seront les conséquences de l'intégration des cours de sciences sur la formation scientifique des élèves au cours des années subséquentes?

Le manque de confiance

De nombreux enseignants du primaire se disent moins à l'aise pour l'enseignement des sciences que pour celui de la plupart des autres matières. Ces réactions indiquent un manque de confiance en matière d'enseignement des sciences. Il résulterait, s'il faut en croire les enseignants, de leur formation plutôt faible en sciences, de leur peu de familiarité avec le programme à un niveau scolaire déterminé, et de l'absence de structuration du programme d'enseignement des sciences par les moyens didactiques. On se souvient que lors de l'enquête effectuée auprès des enseignants, près du tiers de ceux-ci au niveau primaire et au premier cycle du secondaire ont déclaré qu'à cause des lacunes de leur formation, ils préféreraient ne pas enseigner les sciences s'ils en avaient le choix. Quatre-vingt-trois pour cent des membres de ce groupe n'avaient aucun bagage universitaire en sciences.

Une institutrice de Seaward décrit cette situation comme suit: « En effet, je manque de confiance, surtout parce que je ne possède pas les connaissances scientifiques fondamentales ou que je ne connais pas exactement ce qui se trouve là (le matériel didactique servant à la leçon sur le système solaire) ou ce que les élèves doivent apprendre . . . »

Les outils de travail

Certains enseignants de l'école de Seaward suivent le manuel de base d'assez près, alors que d'autres se montrent assez discriminateurs, préférant se servir du manuel comme guide seulement, ou ne s'en servant pas du tout. Par contre, à l'école de Trillium, l'enseignant préfère utiliser un tableau qu'il remplit d'annotations. Pour lui, les manuels de sciences constituent simplement des ouvrages de référence, parfois utiles, mais jamais indispensables.

L'appareillage scientifique est souvent une source de désappointements sur le plan de son accessibilité. Il semble y avoir un manque d'organisation à ce niveau.

Les bonnes réponses au premier cycle du niveau secondaire

Dans les écoles de *premier cycle du niveau secondaire*, il est indispensable de suivre les instructions et de se souvenir de la terminologie correcte. Les enseignants insistent sur la certitude, la précision et les bonnes réponses. Cette recherche de précision est au cœur de leur propre conception d'« approche scientifique des problèmes ». Ils insistent donc sur les normes et marches à suivre que les élèves doivent respecter.

Dans l'étude de cas concernant l'école de Northend, on souligne que les enseignants semblent utiliser les manuels comme des moyens de vérifier si les élèves ont retenu les notions scientifiques contenues dans les textes. La composition de ceux-ci, leur présentation, et les questions posées à la fin de l'expérience et de la leçon raffermissent cette préoccupation de recherche des bonnes réponses.

Des priorités sociales

Les enseignants, en parlant de leur travail, mettent fortement l'accent sur des priorités sociales comme les bonnes habitudes de travail, l'application, la préparation aux études ultérieures, le sens de la responsabilité et le savoir-vivre. Lors de l'étude de cas faite à l'école McBride, un enseignant a déclaré que si ces points sont acquis ou si les élèves font des progrès à cet égard, il aura atteint son but et aura l'impression d'avoir fait du bon travail d'enseignement. Il a ajouté que, pour beaucoup de jeunes, acquérir ces habitudes est plus avantageux que d'apprendre comment la chaleur se propage dans l'eau et dans l'air, par exemple.

On ne fait peut-être pas suffisamment ressortir les apports intellectuels de la matière enseignée et, en particulier, son lien avec la pensée critique et l'exercice du jugement. Est-ce cette ligne de force sociale plutôt qu'intellectuelle que les enseignants et les autres intervenants préfèrent suivre pour l'enseignement des sciences?

La discipline et l'intérêt de l'élève

Maîtriser la classe, et en même temps provoquer et soutenir l'intérêt des élèves, voilà qui semble une préoccupation fondamentale des enseignants du premier cycle du secondaire, plus particulièrement.

Comme le soulignent les enseignants de l'école de Northend, l'enseignement des sciences à ce niveau demande beaucoup d'énergie. Si, habituellement, il n'y a pas à se soucier de la discipline dans les classes de deuxième cycle, ce n'est pas le cas au premier cycle, où l'enseignant doit exercer une autorité sans faille dans sa classe.

À ce niveau, les sciences étant matière obligatoire, il est plus difficile d'y intéresser les élèves. Les enseignants accordent donc une attention particulière à cette considération lorsqu'ils préparent leurs cours, en s'efforçant de les rendre passionnants.

Certains aspects du programme d'étude ont un lien direct avec la vie quotidienne des élèves, comme cette partie du cours de neuvième année où l'on étudie les liens existant entre l'énergie et les aliments recommandés par le guide alimentaire canadien, ou encore ces expériences de laboratoire sur la détermination des groupes sanguins des élèves. Ne serait-il pas possible de multiplier ce genre d'activités touchant directement aux réalités quotidiennes? Quels effets aurait une stratégie plus innovatrice sur la discipline en classe? Et sur l'intérêt des élèves pour les sciences?

La contrainte des horaires

Les enseignants doivent faire face à une autre difficulté. Celle-ci est apparue au cours des études de cas: la limitation du temps disponible. Les professeurs de sciences se sentent bousculés par les programmes provinciaux d'évaluation et les examens des commissions scolaires ou par les pressions du ministère de l'Éducation. Des contraintes internes existent également, car les enseignants s'efforcent de couvrir le plus de matière possible;

en outre, ils estiment qu'ils doivent respecter les directives administratives concernant la matière au programme de l'année.

L'observateur de l'enseignement donné à l'école de Northend constate que le manque de temps explique que les élèves posent souvent des questions relatives à la marche à suivre, plutôt que des questions plus générales concernant la matière elle-même.

Mais comment manipuler l'horaire de façon à aller plus loin que les matières obligatoires désignées par les directives officielles?

Un enseignement pragmatique

Les enseignants en sciences du *deuxième cycle du secondaire* abordent leur enseignement d'une façon très pragmatique. Il est satisfaisant pour eux et nécessaire pour les élèves, disent-ils, d'obtenir de bonnes notes aux examens, d'acquérir des habitudes souhaitables et de se préparer aux études ultérieures, entre autres à l'université.

Comme les sciences sont, pour eux, une méthode de connaissance du réel caractérisée par la précision des chiffres et de la terminologie utilisée, les enseignants s'efforcent de fournir aux élèves des notes de cours adéquates et de les former à la résolution des problèmes, ce qui est indispensable pour réussir aux examens imposés.

Considérant la grande importance accordée aux notes et aux résultats scolaires, l'observateur de l'enseignement donné à la polyvalente Lavoisier se demande si on ne pourrait pas réduire l'effet dominant des notes données au détriment de la formation en elle-même, en attribuant ces notes aux réalisations sur le plan des habiletés et des attitudes, plutôt qu'en fonction uniquement du conformisme des réponses de l'élève.

L'investigation fastidieuse

Comme au premier cycle du secondaire, les enseignants du deuxième cycle déplorent le manque de temps à leur disposition. C'est pourquoi ils proposent rarement des activités facultatives à leurs élèves. Ils les considèrent comme une simple digression pour soutenir l'intérêt des élèves.

S'ils disposaient de plus de temps, ces activités paraîtraient-elles moins accessoires pour autant aux yeux des enseignants? Cette infériorité apparente découle-t-elle de leur opinion au sujet de ce qu'ils considèrent comme important dans leur tâche et surtout comme plus efficace? L'investigation scientifique que proposent ces activités facultatives donne de l'intérêt à la formation, à condition qu'on croit en elle. À l'école secondaire des Prairies, par exemple, on trouve fastidieux d'initier les élèves à la méthode d'investigation. Les enseignants estiment également que le temps nécessité par l'exposition de l'objet des sciences en général réduit celui qui est consacré à l'enseignement du contenu scientifique proprement dit, ce qui peut nuire aux élèves, selon eux.

Le laboratoire, un instrument de mesure

Il se passe au laboratoire ce qui arrive en classe. C'est peut-être en ce lieu qu'on peut percevoir le plus clairement la nature des sciences enseignées et diffusées par les enseignants. Ainsi un professeur de l'école secondaire de Derrick estime-t-il que les expériences de laboratoire complètent la théorie qu'il enseigne, et qu'elles constituent un excellent moyen d'éveiller l'intérêt des élèves. Mais, ajoute-t-il, notre obligation d'enseigner toute la matière nous empêche d'avoir recours aux expériences comme il serait souhaitable. C'est ainsi qu'il demande rarement aux élèves de tracer des schémas ou de rédiger des comptes rendus d'expérience.

À l'école de Derrick également, les démonstrations faites par le professeur remplacent souvent les expériences réalisées par les élèves; ces démonstrations sont, dit-on, moins décevan-

tes, et font gagner du temps. Dans les cours de chimie de 10e et de 11e années, les élèves font très peu de manipulations. À l'école de Red Cliff, on insiste sur l'importance des déterminations quantitatives et des mesures exécutées par les élèves. Nous leur apprenons, disent les enseignants, à mesurer la masse et le volume et nous leur montrons ce qu'est une mesure exacte.

C'est dans l'exposé des méthodes de résolution des problèmes et d'interprétation correcte des résultats d'expérience qu'ils se disent les plus compétents. Par contre, ils s'avouent mal armés pour traiter des questions qui n'ont pas nécessairement de réponse ou qui évoquent des choix moraux. Par exemple, à l'école des Prairies, la plupart des professeurs estiment que les conséquences sociales de l'utilisation des connaissances scientifiques ne constituent pas un sujet d'étude assez concret pour l'inclure systématiquement dans les programmes. Ce qui n'empêche pas qu'il en soit question en dehors des heures de cours.

Des pratiques et des contextes

La description des contextes de l'enseignement des sciences facilite la compréhension des pratiques adoptées par les enseignants. La formation scientifique de ces derniers, la qualité des ressources disponibles et leur quantité, le nombre d'élèves par classe, les aptitudes de ceux-ci et l'intérêt qu'ils manifestent pour le cours, le soutien et les exigences des parents, tous ces éléments contextuels exercent une influence sur les méthodes suivies par les enseignants et imposent parfois des limites à leurs pratiques. Peut-on malgré tous ces éléments complexes, et à partir de ces différents contextes, penser et œuvrer à l'amélioration de l'enseignement des sciences au Canada?

Conclusion

Après trois ans de recherches, après l'enquête et à la lumière des débats qui les ont à la fois précédés et suivis, nous constatons que notre objectif est atteint: nous avons réuni les données de base qui permettront de mieux cerner et préciser les principales caractéristiques provinciales et nationales de l'enseignement des sciences.

Et comme c'est la première fois qu'une telle Étude a été réalisée au Canada, on saisira l'importance et l'opportunité des travaux effectués.

Par l'analyse des directives ministérielles, par une enquête menée auprès des enseignants de tout le pays, par une analyse des manuels de sciences et, finalement, par huit études de cas, nous nous sommes efforcés de mettre en lumière les convergences et les divergences entre la théorie et la pratique, entre le discours et le vécu.

Le débat sur l'amélioration de l'enseignement des sciences est loin d'être clos, en particulier dans les pays occidentaux. Pour le Canada, cette question est d'importance particulière: il lui faut transformer son économie fondée sur l'exploitation des ressources naturelles en une économie tirant parti de la substance à la fois la plus abondante et la plus délicate qui soit: la matière grise.

C'est sur cette matière première bien longue à élaborer et aisément démobilisée qu'il faut s'appuyer pour faire progresser le savoir et mettre au point les technologies de l'avenir.

Et cet avenir repose en grande partie sur ceux qui en sont les protagonistes: les enseignants eux-mêmes.

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes*

Volume I — Introduction et analyse des programmes d'études
(n° de cat. SS 21-1/52-1-1984F)
par Graham W.F. Orpwood et Jean-Pascal Souque

Introduction
- Objet central de l'étude
- Investigation dialoguée
- Recherche pour la délibération

Analyse des directives des programmes d'études scientifiques
- La science dans le programme d'études des écoles
- Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences

Analyse des manuels de sciences
- Les manuels dans l'enseignement des sciences
- Analyse descriptive: buts et méthodologie
- Analyse descriptive: résultats

Volume II — Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada (n° de cat. SS 21-1/52-2-1984F)
par Graham W.F. Orpwood et Isme Alam avec la collaboration de Jean-Pascal Souque

Objectifs et méthodologie de l'enquête
Les enseignants
Les objectifs de l'enseignement des sciences
Les contextes d'exercice de l'enseignement des sciences
Les dimensions physique et sociale de l'enseignement des sciences
Conclusion: Questions soulevées par les données

Volume III — Études de cas
(n° de cat. SS 21-1/52-3-1984F)
sous la direction de John Olson et Thomas Russell

Thèmes et questions à débattre: introduction aux études de cas
L'enseignement des sciences à l'école primaire de Seaward
L'enseignement des sciences à l'école primaire de Trillium
McBride en trois volets: L'enseignement des sciences dans une école secondaire du cycle intermédiaire
Le programme de sciences au premier cycle du secondaire de l'école Northend
Les sciences à l'école secondaire de Derrick
Les sciences à l'école secondaire de Red Cliff
Lavoisier: l'enseignement des sciences dans une polyvalente
L'enseignement des sciences à l'école secondaire des Prairies

*Numéro de catalogue SS 21-1/52-1984F (série). Ces publications seront disponibles en février 1984 et leur prix sera précisé à ce moment-là. Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec Approvisionnements et Services Canada ou avec le Service des publications du Conseil des sciences du Canada.

Autres publications sur le même sujet disponibles gratuitement auprès du Conseil des sciences:

La culture scientifique — L'équilibre dans la définition des objectifs de l'enseignement des sciences
par Douglas A. Roberts
mai 1983

La macroscole, ou l'enseignement systémique des sciences
par Marcel Risi
décembre 1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique?
par Hugh Munby
mars 1982

Qui fait tourner la roue? — Compte rendu de l'Atelier sur les femmes et l'enseignement des sciences au Canada
janvier 1982

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada — Déclaration
janvier 1982

L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur — Compte rendu
avril 1982

Les sciences au Québec: Quelle éducation? — Compte rendu
octobre 1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur
par Donald A. George
juillet 1981

L'enseignement des sciences dans une perspective sociale
par Glen S. Aikenhead
janvier 1981

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences
par James E. Page
octobre 1979

Pour obtenir des exemplaires de ces publications, veuillez prendre contact avec:

le Service de publications
Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
Ottawa, Ont.
K1P 5M1

(613) 992-1142

Bulletin de commande

Écrire en lettres moulées.

Qté	N° de catalogue/Titre	Prix	Total

Volume

1

85-3472/

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume I
Introduction et analyse des programmes d'études

avril 1984

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
17e étage
Ottawa, Ont.
K1P 5M1

© Ministre d'Approvisionnements et Services Canada, 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés
et autres librairies,
ou par commande postale au

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Qué., K1A 0S9, Canada

Copies of *Science Education in Canadian Schools*
are also available at the above address

N° de catalogue SS21-1/52-1-1984F
ISBN 0-660-91147-7

Prix – Canada : 8,00 $
Autres pays : 9,60 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume I
Introduction et analyse des programmes d'études

Graham W.F. Orpwood
Jean-Pascal Souque

Graham W.F. Orpwood

Graham Orpwood a étudié la chimie à l'Université d'Oxford, qui lui a décerné un baccalauréat et une maîtrise en cette matière. En 1966, après une année à l'Université de Londres, il a entrepris une carrière dans l'enseignement, d'abord dans une école secondaire britannique, puis au St. Lawrence College of Applied Arts and Technology de Kingston, en Ontario. Il est retourné aux études supérieures en 1975, cette fois à l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (IEPO). Il a reçu une maîtrise et un doctorat de l'Université de Toronto, et a travaillé pendant deux autres années à l'IEPO en qualité de chargé de recherche.

En 1980, Graham a été nommé conseiller scientifique au Conseil des sciences, où il a agi comme chargé de programme pour l'étude sur l'enseignement des sciences. Il a collaboré à la rédaction d'un ouvrage intitulé *Seeing Curriculum in a New Light*, ainsi qu'à celle de plusieurs articles sur l'enseignement des sciences et sur les principes d'élaboration des programmes d'études. Il s'intéresse actuellement à la méthodologie de la recherche en matière de politiques, aux relations fédérales-provinciales dans le domaine de l'éducation et à l'attitude du public à l'égard de la science.

Jean-Pascal Souque

M. Jean-Pascal Souque obtint sa licence, sa maîtrise ès sciences et son diplôme d'études approfondies en chimie minérale à l'Université de Paris VI. Ses travaux portaient sur l'analyse d'échantillons minéraux par fluorescence de rayons X. Diplômé en éducation de l'Université Laval, M. Souque a enseigné la didactique des sciences dans cette université, et y a poursuivi des travaux de recherche sur les obstacles épistémologiques et la nature de la science enseignée dans les écoles secondaires, dans le cadre de ses études de doctorat. Détenteur d'un brevet d'enseignement de la province de Québec, M. Souque a enseigné la chimie au Collège Jésus-Marie de Sillery pendant huit ans. M. Souque a aussi siégé à de nombreux comités consultatifs sur la formation scientifique, en particulier auprès du ministère de l'Éducation du Québec et de la Télé-Université de l'Université du Québec. Depuis 1981, M. Jean-Pascal Souque est chargé de programme auprès du Conseil des sciences. Sa spécialité concerne les problèmes de formation dans le cadre de la politique scientifique et technologique.

Table des matières

Avant-propos	15
Remerciements	17
Première partie – Introduction	19
I. Objet central de l'étude	21
Critique de l'enseignement des sciences	22
Les objectifs de l'étude	24
Les fondements conceptuels des objectifs de l'étude	25
Lignes de force du programme d'étude : exprimer les objectifs de l'éducation au moyen de l'enseignement	25
Les théories d'action : ce qu'on dit enseigner et ce qu'on enseigne	27
Portée de l'étude	28
Les niveaux d'enseignement	28
La science à l'école	30

II. Investigation dialoguée 31

Vue d'ensemble de la stratégie 31

La dimension politique des programmes d'études scientifiques 31

Les évaluations des besoins et la découverte des objectifs 32

Les ayants droit et les programmes d'études scientifiques 34

Les responsables et les intéressés 35

Les détails de la stratégie 36

1ère étape : Quels sont les problèmes? 38

2e étape : Quelles sont les données? 39

3e étape : Quelles sont les réponses? 40

III. Recherches pour alimenter la délibération 43

Recherche explicative et recherche évaluative 44

Vue d'ensemble du programme de recherche 45

Analyse des directives concernant les programmes d'études scientifiques 46

Analyse des manuels de sciences 46

Enquête auprès des enseignants 47

Études de cas sur l'enseignement des sciences 47

Deuxième partie – Analyse des directives des programmes d'études scientifiques 49

IV. Les sciences dans le programme d'études des écoles 51

Méthodologie 52

Les cours de sciences offerts 53

Connaissances scientifiques exigées pour obtenir le diplôme 55

Le temps consacré à l'enseignement des sciences 56

L'élaboration des directives des programmes d'études scientifiques 56

La révision des lignes directrices des programmes d'études 57

Le choix des manuels 59

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences 61

Le contenu de l'enseignement des sciences 62

Les objectifs de l'enseignement des sciences 62

Contenu scientifique 63

Démarche scientifique et habiletés reliées 64

Implications sociales de l'activité scientifique et technique 64

Nature de la science 64

Croissance personnelle 65

Attitudes reliées à la science 65

Sciences appliquées et technologie 65

Orientation professionnelle 66

L'analyse des directives des ministères 66

Primaire 66

1er cycle du secondaire 69

2e cycle du secondaire 69

Les stratégies d'enseignement des sciences 73

Primaire 74

1er cycle du secondaire 74

2e cycle du secondaire 74

Conclusions : Questions pour la recherche et la délibération 75

L'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles 75

Les objectifs précis de l'enseignement des sciences 76

Les thèmes de l'étude par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences 78

Troisième partie – Analyse des manuels de sciences 79

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences 81

Directives officielles 81

Importance des manuels pour les enseignants 83

Manuels de sciences et satisfaction des enseignants 84

Le marché du manuel de sciences 88

VII. Analyse descriptive : Buts et méthodologie 90

Quelques caractéristiques des manuels de sciences 90

Le manuel comme objet matériel 90

La structure du contenu 91

Le contexte du contenu scientifique 91

La pédagogie 95

Buts et limites de l'analyse des manuels de sciences 95

Méthodologie 96

VIII. Analyse descriptive : Résultats 99

Objectifs explicites des manuels de sciences 99

Habiletés scientifiques au laboratoire 104

Interaction science, société et technologie 116

Application du savoir 116

Catégorie socio-économique 121

Catégorie politique 122

Catégorie de la responsabilité scientifique 122

Le contexte canadien 124

Nature de la science; histoire des sciences et des techniques 133

Nature de la science 134

Histoire des sciences et des techniques 138

Bibliographie et notes 147

Annexes 155

A – Titres des documents soumis par les provinces 155

B – Manuels de sciences 161

C – Évaluation des manuels de sciences par les enseignants 177

D – Grilles d'analyse des manuels de sciences 205

Publications du Conseil des sciences du Canada 219

Liste des figures

Figure I.1 – Le lien entre les objectifs et les stratégies dans l'enseignement des sciences 27

Figure I.2 – Deux niveaux de la réalité pour la recherche sur l'enseignement 28

Figure II.1 – Objectifs de l'enseignement, stratégies d'enseignement et besoins des élèves 33

Figure II.2 – Calendrier de l'étude 37

Liste des tableaux

Tableau I.1 – Distribution des années par niveau 29

Tableau II.1 - Résumé des attitudes exprimées dans les exposés à débattre 39

Tableau IV.1 - Cours de sciences disponibles 54

Tableau IV.2 - Nombre de cours de sciences exigés pour le diplôme 56

Tableau IV.3 - Temps consacré à l'enseignement des sciences 57

Tableau V.1 - Catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences 63

Tableau V.2 - Objectifs de l'enseignement des sciences au niveau primaire 67

Tableau V.3 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 1er cycle du secondaire 68

Tableau V.4 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (biologie) 70

Tableau V.5 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (chimie) 71

Tableau V.6 - Objectifs de l'enseignement des sciences - 2e cycle du secondaire (physique) 72

Tableau VI.1 - Exemplaires de manuels scolaires scientifiques vendus et ventes nettes selon le marché scolaire visé, 1976 88

Tableau VII.1 - Comparaison des tables des matières de deux manuels de chimie 92

Tableau VII.2 - Deux façons de présenter le concept d'oxydoréduction 93

Tableau VII.3 - Nombre et distribution des manuels analysés selon le niveau, la matière et la langue 97

Tableau VII.4 - Manuels analysés 97

Tableau VIII.1 - Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories 101

Tableau VIII.2 - Exemples d'importance relative accordée à deux catégories d'objectifs selon le nombre de ces objectifs et les manuels d'où ils proviennent 103

Tableau VIII.3 - Structure et analyse des travaux de laboratoire 105

Tableau VIII.4 - Structure et analyse des travaux de laboratoire - Comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta 115

Tableau VIII.5 - Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société 117

Tableau VIII.6 - Nombre de messages des catégories 2 (socio-économique), 3 (politique) et 4 (responsabilité) et quelques-unes de leurs caractéristiques selon les manuels examinés 119

Tableau VIII.7 - Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences 125

Tableau VIII.8 - Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est présent 131

Tableau VIII.9 - Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est nul ou très faible 132

Tableau VIII.10 - Nombre de manuels analysés présentant un contexte canadien selon le niveau et la matière, utilisés par les répondants à l'enquête 133

Tableau VIII.11 - Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences 141

Avant-propos

L'excellence en science et en technologie est essentielle à la participation active du Canada à la révolution engendrée par l'explosion de l'information. Les jeunes Canadiens doivent donc recevoir un enseignement des sciences qui soit de la meilleure qualité possible. Voilà l'une des principales conclusions du rapport intitulé *À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir*, qui a été publié récemment par le Conseil des sciences.

Ce rapport est le fruit d'une vaste étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes entreprise par le Conseil en 1980. Le programme de recherche, élaboré par le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil, de concert avec chaque ministère de l'Education et association de professeurs de sciences du Canada, a été mené par une quinzaine de chercheurs à l'oeuvre dans chaque province et territoire. Des rapports provisoires de recherche, des exposés à débattre et des comptes rendus d'ateliers ont constitué la base d'une série de conférences tenues dans différentes régions du pays, au cours desquelles parents et élèves, enseignants et administrateurs, scientifiques et ingénieurs, représentants du monde des affaires et des syndicats ont envisagé les orientations à donner à l'enseignement des sciences. Les résultats des conférences ont ensuite servi à élaborer les conclusions et recommandations du rapport final.

C'est pour susciter un débat soutenu menant à une réforme réelle de l'enseignement des sciences au Canada et pour fournir une base de données utile à cette fin que le Conseil des sciences publie maintenant les résultats des recherches accomplies, sous la forme d'une étude de documentation intitulée *L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes*. Cette étude, qui porte le n° 52, ne renferme pas de recommandations comme telles mais vise à provoquer un approfondissement de la réflexion.

La présente étude de documentation comporte trois volumes rédigés sous la direction de MM. Graham Orpwood et Jean-Pascal Souque, chargés du programme de l'enseignement des sciences. Le premier volume, intitulé *Introduction et analyse des programmes d'étude*, décrit la philosophie et la méthodologie de l'étude. Il comprend aussi une analyse des manuels de sciences utilisés dans les écoles canadiennes. Le deuxième volume, qui porte le titre *Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada*, fait état des résultats d'une enquête nationale effectuée auprès des professeurs de sciences. Le troisième volume, intitulé *Études de cas*, a été préparé par MM. John Olson et Thomas Russell, professeurs à l'Université Queen's de Kingston (Ont.), en collaboration avec les chargés du programme et une équipe de chercheurs appartenant à différentes régions du pays. Ce volume renferme huit études de cas montrant comment se déroule l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Les noms des enseignants qui ont accepté d'être observés dans l'exercice de leurs fonctions, et ceux de leurs écoles, ont été changés pour préserver leur anonymat.

Comme pour toutes les études de documentation publiées par le Conseil des sciences, la présente étude renferme les vues des auteurs, qui ne sont pas nécessairement celles du Conseil.

Le Directeur de la recherche
au Conseil des sciences du Canada,
James M. Gilmour

Remerciements

La présente étude a été rendue possible grâce à la collaboration et à l'assistance de tellement d'individus et d'organismes qu'il est difficile, sinon risqué, de les citer tous. Néanmoins, nous désirons remercier particulièrement certains d'entre eux. Le Comité de l'Étude sur l'enseignement des sciences du Conseil des sciences du Canada, sous les présidences successives du Dr Rocke Robertson et de M. Lawson Drake, nous a fourni un encouragement constant et des conseils précieux. Nos collègues au sein de l'Étude : Isme Alam, Paul Dufour, Janet Ferguson, Lise Parks et Nancy Weese nous ont offert des avis appréciés et un soutien ininterrompu. Le travail de révision de Colleen Gray a permis de publier un texte final grandement amélioré.

La conception des grilles d'analyse des manuels de sciences a bénéficié des conseils judicieux d'Adeline Toussaint, de Marshall Nay et de Paul Robinson. Nous remercions aussi Vincent Lunetta, qui nous a encouragés à utiliser « The Laboratory Structure and Analysis Inventory ». Les chercheurs dont les noms suivent ont collaboré à l'analyse des manuels : Garth Benson, Colette Bertrand, Shirley Brauer, Laurier Busque, Bruce Curtis, Roger Fox, Louise Gaudreau, Arthur Geddis, Sharon Haggerty, Charles Hammill, Anne Lamarche, Oliver Lantz, P. Henk Luyten, James Raffan, Karun Raizada, Michael Shiner, Marcel Thouin et Robert G. Whyte. Leur contribution a été très appréciée.

Enfin, l'étude n'aurait pu être réalisée sans la coopération du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) ou celle des personnes qui ont agi comme contacts au sein des ministères de l'Éducation. L'étude n'aurait pu également être poursuivie sans l'intérêt et l'encouragement déployés par la profession, surtout par les associations de professeurs de sciences de chaque province et territoire.

À tous, nous sommes très reconnaissants.

Première partie

Introduction

I. Objet central de l'étude

Dans presque toutes les écoles du Canada, la science fait partie du programme d'études. Dans toutes les provinces et tous les territoires, les ministères (ou les départements) de l'Éducation obligent les élèves à étudier ces matières depuis les toutes premières années jusqu'à, au moins, la 9e ou la 10e année. Dans nombre de ces classes, des installations spéciales sont prévues pour l'enseignement des sciences; dans la plupart d'entre elles, les manuels consacrés aux sciences constituent un élément important de l'apprentissage chez les élèves. De même, l'enseignement des sciences est l'activité principale de nombreux enseignants. Pour certains, c'est une spécialité; pour d'autres, c'est une seule des matières qu'ils enseignent.

Cependant, pourquoi les élèves se donnent-ils la peine d'étudier les sciences? À quoi tendent toutes ces dispositions? À quelles fins les manuels et les activités scolaires sont-ils conçus? Quels sont les objectifs éducatifs de ceux qui enseignent? De plus, y a-t-il cohérence entre cette variété de fins et d'objectifs? Les objectifs des directives ministérielles se reflètent-ils dans les objectifs des enseignants, des manuels et des activités scolaires? En outre, ce qui importe au plus haut point, ces objectifs (ou certains d'entre eux) reflètent-ils les besoins des élèves d'aujourd'hui, qui grandissent et vivent en tant qu'individus, en tant que membres de la société, et en tant que participants à l'économie du Canada, jusqu'au tournant du siècle et au-delà?

Pourquoi enseigne-t-on la science? Bien que la question semble dérisoire, elle est importante, non pas simplement pour s'assurer qu'il existe des réponses (pour s'assurer que la science soit un élément valable de ce qui est offert aux élèves) mais parce que la nature de ces réponses a une grande influence sur ce qu'est réellement la science à l'école. Puis, en nous interrogeant périodiquement sur les objectifs de l'entreprise d'enseignement des sciences, nous nous interrogeons sur la santé de l'entreprise elle-même et sur sa relation avec son contexte social. Le thème des rapports entre les objectifs formulés de l'enseignement de la science, les réalités concrètes de la science dans les écoles et les besoins des Canadiens dans les années à venir revient constamment dans la présente étude du Conseil des sciences

du Canada sur l'enseignement des sciences dans les écoles élémentaires et secondaires.

Bien que cette étude de documentation soit, à des fins de commodité, rassemblée en trois volumes, elle ne forme pas une série d'études indépendantes les unes des autres. Le programme de recherche de l'étude dans son ensemble consiste plutôt en une série d'éléments connexes, dont tous se situent dans le contexte plus étendu d'une stratégie globale appelée « investigation dialoguée ». Afin d'aider le lecteur à saisir cette stratégie et les rapports qui existent entre ses divers éléments, la première partie du présent volume comprend un examen des objectifs et de l'objet central de l'étude (chapitre I), de la stratégie globale de l'investigation dialoguée (chapitre II), et du programme de recherche (chapitre III). Puis, les deuxième et troisième parties exposent en détail l'analyse des directives provinciales des programmes de sciences et celle des manuels de sciences. Le volume II renferme des rapports sur une enquête faite auprès des enseignants pour qui les sciences constituent tout ou partie de leur tâche et le volume III présente des études de cas d'enseignement des sciences.

Critique de l'enseignement des sciences

En octobre 1979, le Conseil des sciences décidait d'entreprendre une étude sur l'enseignement des sciences en réponse aux critiques ayant commencé à se faire entendre au cours des années précédentes. Bien entendu, la critique de l'enseignement n'a rien de nouveau; le programme scolaire a toujours été la cible de critiques émanant tant de l'intérieur que de l'extérieur du système scolaire. Cependant, de temps à autre, les critiques d'un genre particulier se cristallisent pour créer un défi de changement particulièrement pressant. L'histoire de l'enseignement en fourmille d'exemples. Dans le cas de l'enseignement des sciences, nous en trouvons un exemple dans le mouvement, postérieur au lancement de Spoutnik, vers une plus grande insistance sur l'enseignement de la nature de la science. Toutefois, la vague actuelle est bien différente. Ce qui est remis en question maintenant, ce n'est pas que les élèves n'apprennent pas ce qu'est la science, ni qu'ils ne réussissent pas à en apprendre assez (encore que ces deux sujets ne cessent de préoccuper certains critiques), mais plutôt que les élèves n'arrivent pas à comprendre l'intérêt personnel, social ou national que présente la science.

L'influence du professeur Thomas Symons a été prépondérante dans la décision du Conseil des sciences de se lancer dans la présente étude. Dans le rapport de la Commission d'enquête sur les études canadiennes, il fit la remarque suivante :

> « Les écoliers canadiens apprennent les réalisations et l'impact de la science dans d'autres pays – ainsi en est-il, par exemple, des vols Apollo et des Spoutniks – mais ils n'apprennent presque rien des réalisations et de l'impact de la science dans leur propre pays. La raison en est qu'on ne leur enseigne pas ces matières. »[1]

Bien entendu, Symons s'inquiétait de ce qu'on ne définissait pas la science aux élèves comme partie intégrante du « tissu culturel de la

société »[2]. On la présentait plutôt comme un corpus de savoir et de techniques, étranger à tout contexte national d'exercice et d'application, et aussi étranger à sa perspective historique et à ses implications sociales pour les citoyens du Canada. Une telle critique était déconcertante, voire offensante, pour d'aucuns qui ont reçu une formation scientifique et qui s'enorgueillissent particulièrement de l'universalité de leur discipline. Nous reviendrons sur cette réaction.

David Suzuki, lui-même membre du Conseil des sciences du Canada, est bien connu pour ses critiques de l'enseignement des sciences au Canada. Il a souvent répété qu'en perpétuant la séparation des deux cultures (arts et science), les écoles « manquent à leur devoir d'enseignement »[3]. D'après lui, une telle éducation ne sert ni les futurs scientifiques du Canada, ni le grand public, ni ses dirigeants politiques[4]. D'une part, on n'enseigne pas aux éventuels scientifiques qu'ils ont une obligation morale envers la société et, d'autre part, il y a le public, même le public fortement instruit, qui, de façon éhontée, se montre ignorant des répercussions profondes que la science et la technologie exercent sur sa vie.

Alors que ces critiques étaient dirigées vers l'enseignement des sciences à travers le Canada, d'autres préoccupations plus précises faisaient également surface dans certaines provinces où la recherche sur l'état de l'enseignement des sciences avait été menée de façon plus intense. Au Québec, par exemple, Jacques Désautels a écrit un ouvrage intitulé *École + Science = Échec*, remettant ardemment en question les méthodes actuelles d'enseignement des sciences, et dans lequel il a formulé la mise en garde suivante :

> « Les résultats de la recherche montrent que les élèves n'ont pas acquis l'esprit scientifique. L'intérêt pour les sciences, au lieu d'augmenter, régresse. Et pire encore, l'enseignement des sciences, via le système des voies, favorise l'élitisme plutôt que l'acquisition d'une culture scientifique. Nos élèves ont non seulement la tête bien vide, mais aussi mal faite. »[5]

Ainsi, tant au niveau national qu'au niveau provincial, on se disait préoccupé par l'état de l'enseignement des sciences dans les écoles.

Le Conseil des sciences n'acceptait pas ces critiques comme argent comptant. Reste que, émanant d'observateurs bien placés du système d'enseignement, ces critiques inspiraient des inquiétudes. Si les assertions se révélaient justes, les conséquences pour le Canada et les Canadiens étaient graves. Dans une société de plus en plus tributaire de la science et de la technologie, un public qui ne comprend rien ou à peu près rien à la science et à son influence sur la société en est un à la merci de l'évolution technique. Reconnaissant la gravité de ces critiques, le Conseil des sciences du Canada a conclu que le lancement d'une étude sur l'enseignement des sciences au Canada pouvait être justifié comme important pour la santé scientifique de la nation et, ainsi, comme ressortissant à son mandat.

Cette préoccupation pour l'état de l'enseignement de la science n'est pas un phénomène particulier au Canada. Au cours des dernières années, il y a eu aux États-Unis[6] et en Angleterre[7] de grandes enquêtes sur l'ensei-

gnement des sciences. De plus, dans les pays en voie de développement, le besoin de revitaliser l'enseignement des sciences et de la technologie est si grand que, dernièrement, l'UNESCO a parrainé une conférence spéciale sur cette question[8]. C'est dire que l'étude du Conseil des sciences peut être envisagée comme le pendant canadien de réactions étrangères devant des préoccupations semblables touchant l'enseignement des sciences dans les écoles.

Les objectifs de l'étude

Les critiques et les préoccupations ont été exprimées avec une clarté et une force parfois désarmantes. Toutefois, cela n'implique pas qu'un problème susceptible de recherche et d'analyse puisse être discerné avec autant de clarté[9]. Même si les critiques s'accordent pour dire qu'il est nécessaire d'améliorer l'enseignement des sciences au Canada, ils n'observent pas les mêmes symptômes, ne diagnostiquent pas les mêmes maux et ne prescrivent pas les mêmes remèdes. L'inquiétude de Suzuki au sujet de l'absence du sens d'obligation morale chez les spécialistes de la science n'est pas nécessairement atténuée par les propositions de Symons recommandant une plus grande attention pour la science canadienne. Par ailleurs, le programme souhaité par Désautels ne réglerait pas nécessairement le problème de la sous-qualification des ressources humaines par rapport à l'industrie de haute technologie, que d'autres ont identifié. Par conséquent, il est difficile de reconnaître un problème de recherche fondé directement sur ces observations, sans appuyer implicitement la position d'une critique de préférence aux autres et ainsi, du moins dans une certaine mesure, d'anticiper sur les conclusions de l'étude.

Cependant, la confusion apparente peut se résumer en une série de débats sur les façons d'enseigner la science aux élèves et plus fondamentalement, sur ce qui incite les élèves à étudier les sciences. Les critiques soutiennent que l'enseignement des sciences n'est pas orienté vers les objectifs qu'ils perçoivent comme étant les plus importants ou, du moins, qu'il n'atteint pas les objectifs qu'il prétend atteindre. Et, pour la plupart, les critiques fondent leurs arguments sur des évaluations des besoins actuels ou à venir des élèves. Ce genre de critique est bien distinct des préoccupations au sujet du contenu de l'enseignement des sciences. Par exemple, on n'a pas entendu dire ces dernières années que les élèves devraient en apprendre davantage (ou moins) à propos, par exemple, du magnétisme ou de la génétique, mais plutôt qu'il faudrait que de telles matières soient étudiées pour permettre aux élèves de reconnaître la pertinence sociale et personnelle de la connaissance scientifique.

En se fondant sur cette interprétation du sens des principales critiques de l'enseignement des sciences au Canada, le Conseil a lancé l'étude au printemps 1980 en lui assignant trois objectifs de portée générale :

- réunir une base de données pour délimiter les finalités actuelles et décrire les caractéristiques générales de l'enseignement des sciences dans les établissements scolaires canadiens;

- analyser l'historique de l'enseignement des sciences au Canada;
- susciter des discussions constructives sur les orientations possibles de l'enseignement des sciences au Canada.

Le premier objectif est dicté par la nécessité de constituer une base de données factuelles pour l'examen des critiques du genre décrit plus haut. Étant donné l'absence générale d'une telle base dans le domaine de l'enseignement des sciences au Canada, les auteurs de la présente étude de documentation ont décidé de combler cette lacune. Au moment de la rédaction de cette étude, les travaux sur le deuxième objectif sont toujours en cours. La perspective historique permet de comprendre les usages actuels (y compris les objectifs de l'entreprise) à la lumière de l'expérience acquise. On a déployé bien peu d'efforts jusqu'à nos jours pour recueillir ou analyser le passé de l'enseignement des sciences au Canada. Enfin, le troisième objectif découle des deux premiers. Si le changement doit non seulement être justifié en toute logique, mais aussi mis en oeuvre de façon pratique, alors ceux qui ont charge de l'enseignement des sciences au Canada doivent eux-mêmes débattre les buts visés et les méthodes appliquées. L'approche de cet objectif de l'étude consiste à susciter une démarche plutôt qu'à mettre au point un produit; et elle sera examinée de façon plus poussée au chapitre II. Pour le moment, la notion des « finalités de l'enseignement des sciences » doit être éclaircie et rattachée à des objectifs concrets de recherche.

Les fondements conceptuels des objectifs de l'étude

Deux concepts théoriques se sont révélés particulièrement utiles pour éclaircir à la fois ce que nous entendons par « finalités ou objectifs de l'enseignement des sciences » et comment nous avons tenté de les reconnaître dans la pratique : la notion de « lignes de force du programme d'étude », de Roberts[10], et l'analyse de différentes « théories d'action », d'Argyris et Schön[11]. La présente section explique ces deux éléments conceptuels de l'étude et les utilise pour éclaircir les rapports entre les objectifs de l'enseignement des sciences, la pratique dans les écoles et les besoins des élèves. L'exploration du troisième élément conceptuel, soit les « besoins » de l'enseignement, pose certaines difficultés. La notion de « besoin » ajoute une dimension normative ou déontologique qui modifie la nature du problème dans son ensemble. Elle donne un sens à la méthodologie de l'étude et sera examinée en détail au chapitre II.

Lignes de force du programme d'étude : exprimer les objectifs de l'éducation au moyen de l'enseignement

À l'instar de la plupart des autres formes de communication, l'enseignement des sciences implique la diffusion simultanée de plusieurs groupes de messages à l'auditoire. Bien entendu, à un certain niveau, l'enseignement des sciences communique de l'information scientifique. Cependant, au delà de ce niveau de communication, le contenu scientifique s'imbrique

toujours dans un tissu contextuel d'intentions. Les contextes variés dans lesquels on peut présenter des sujets scientifiques peuvent donner lieu chez l'étudiant, selon les cas, à des apprentissages différents. Roberts a défini ces « contextes » différents comme les « lignes de force du programme d'études ». Voici comment il explique cette expression :

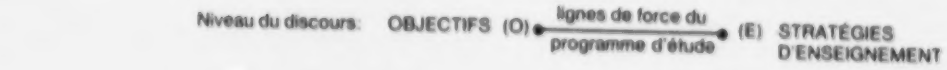
> « Une ligne de force du programme dans l'enseignement des sciences est un ensemble cohérent de messages adressés à l'élève *au sujet* de la science (plutôt qu'*à l'intérieur* de la science). De tels messages constituent des objectifs qui vont au delà de l'apprentissage des faits, des principes, des lois et des théories de la matière enseignée elle-même – objectifs qui apportent des réponses à l'élève qui se demande : "Pourquoi est-ce que j'apprends cela?" »[12]

Si le souci de tout enseignant en sciences vise, pour une certaine part, à enseigner le contenu de la science à l'élève, il vise, pour une autre part – souvent une part encore plus importante – à ce que l'élève apprenne le contenu pour une fin qui se situe au delà de ce contenu.

On peut illustrer cela en examinant les façons de traiter le même sujet scientifique dans deux manuels différents de 8e année. Dans l'un, toute l'information sur les méthodes de transmission de la chaleur (conduction, convection et rayonnement) s'insère dans un contexte d'explications sur le fonctionnement des réfrigérateurs et des radiateurs solaires. Des photographies et des schémas clarifient ces explications. Dans l'autre, les mêmes principes scientifiques sont examinés mais, cette fois, cela s'accompagne d'une histoire comparative des théories différentes (et rivales) qui expliquent les phénomènes de la chaleur. Cet exposé est illustré par des extraits d'articles scientifiques du XVIIIe siècle. Dans chaque cas, le contenu scientifique transmis est le même, alors que la communication contextuelle – la ligne de force du programme – est sensiblement différente. Ces différences dans les lignes de force représentent concrètement les fins différentes que ces ouvrages se proposent pour l'élève qui apprend les sciences.

Des recherches considérables, au cours des dernières années, ont démontré l'utilité de l'idée de « ligne de force du programme d'études » non seulement dans l'analyse des manuels, mais aussi pour comprendre le débat sur la politique des programmes d'étude[13], pour l'élaboration d'unités d'enseignement[14], et pour l'interprétation des différentes stratégies de l'enseignement en classe[15]. Dans le présent contexte, cette idée assure un lien conceptuel entre les deux éléments-clés de l'étude : les objectifs ou fins de l'enseignement des sciences et les stratégies d'enseignement visant à atteindre ces objectifs dans la pratique. Ce lien (voir figure I.1) paraît simple lorsque considéré de façon abstraite. Cependant, quand on examine, comme l'étude a dû le faire, à la fois le discours et la pratique de l'enseignement des sciences, cela devient plus complexe. Afin d'éclaircir cet élément conceptuel des recherches, nous nous reportons à l'analyse d'Argyris et de Schön, qui se sont penchés sur les façons de penser et de travailler des professionnels dans un cadre institutionnel.

Figure I.1 – Le lien entre les objectifs et les stratégies dans l'enseignement des sciences



Les théories d'action : ce qu'on dit enseigner et ce qu'on enseigne

Rattacher la théorie à la pratique dans le domaine de l'enseignement – comme dans la plupart des autres domaines professionnels – a de tout temps suscité la controverse et s'est révélé, en apparence, un problème insoluble. Il n'y a pas lieu ici d'examiner les multiples tentatives qui ont été faites pour le régler et les multiples conséquences qui en ont découlé pour la recherche et l'enseignement. Le concept de « ligne de force du programme » facilite la compréhension du rapport entre les objectifs de l'enseignement des sciences et les stratégies employées par les enseignants dans les classes, mais on doit aussi se rendre compte que ce concept peut s'appliquer de bien des façons à l'éducation.

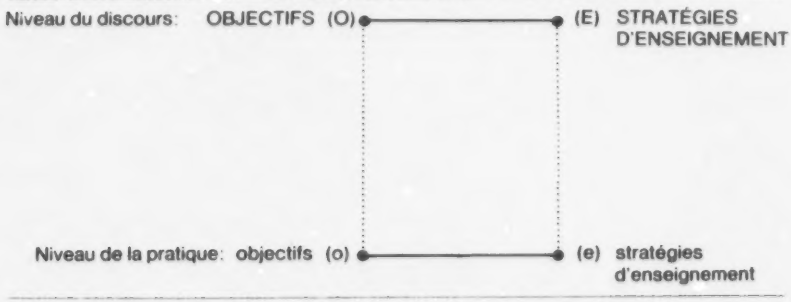
Argyris et Schön, dont les travaux se sont concentrés sur les problèmes de l'accroissement de la compétence professionnelle au sein de divers organismes, ont élaboré la notion voulant que les comportements individuels soient déterminés sur la base des « théories personnelles d'action »[16]. Ces dernières portent sur la façon de produire les résultats souhaités et, par conséquent, sur l'efficacité humaine[17]. Chacun possède sa théorie d'action personnelle pour son activité délibérée, qu'elle soit formulée ou non. Cependant, Argyris et Schön admettent que les gens ne se comportent pas nécessairement en conformité avec les théories d'action qu'ils professent.

> « Lorsqu'on demande à quelqu'un comment il se comporterait dans certaines circonstances, la réponse qu'il donne ordinairement est la *théorie d'action proclamée* pour cette situation. C'est la théorie d'action envers laquelle il s'engage et que, si on le lui demande, il communique aux autres. Cependant, la théorie qui, en réalité, régit son action est la *théorie d'usage* qui peut être ou ne pas être compatible avec la théorie adoptée; de plus, il se peut que le particulier soit ou ne soit pas conscient de l'incompatibilité des deux théories. »[18]

Argyris et Schön ajoutent que « quoique les gens ne se comportent pas en conformité des théories qu'ils ont proclamées, (...) ils se comportent effectivement en conformité de leurs théories d'usage, et ils ne s'en rendent pas compte[19]. » D'après eux, tous les praticiens professionnels – médecins, enseignants et chercheurs – possèdent deux ensembles de théories touchant les diverses parties de l'exercice de leur profession. Il va sans dire qu'une telle idée n'a rien de révolutionnaire; l'écart entre la pratique et la théorie, entre les événements réels et le discours dont ils font l'objet, est bien documenté dans plusieurs domaines professionnels. Ce qu'apportent Argyris et Schön, c'est, premièrement, qu'ils généralisent l'idée et, deuxièmement, que, à partir de cette idée, ils édifient des propositions pour améliorer la profession.

À l'exemple d'Argyris et de Schön, notre programme de recherche tient compte de deux niveaux de réalité (Figure I.2). Un niveau correspond aux « théories proclamées » par les enseignants, définies comme le « niveau du discours ». C'est à ce niveau que l'enseignement ou les objectifs de l'enseignement sont verbalisés. Les lignes directrices des ministères de l'Éducation, les directives des programmes d'étude, les préfaces des manuels et les propos des enseignants sur les objectifs et les méthodes d'enseignement des sciences, tout cela se situe, par définition, à ce niveau. Le second niveau, le « niveau de la pratique », correspond aux « théories d'usage » des enseignants et représente le niveau de la réalité de l'enseignement où se situent les classes de sciences. Les façons réelles d'enseigner, le contenu réel des manuels et les activités réelles auxquelles les élèves participent, voilà la « matière » de ce niveau. Il faut souligner qu'admettre deux niveaux de réalité n'a rien de péjoratif pour l'activité déployée à l'un ou à l'autre niveau. La pratique n'est pas nécessairement plus mauvaise parce qu'elle ne correspond pas au discours, et le discours sur la pratique n'est pas nécessairement futile parce que ce qui en découle ne peut pas se traduire directement en action. Toutefois, la recherche sur l'enseignement des sciences doit être planifiée de façon à tenir compte de l'existence de ces deux niveaux (et des glissements inévitables entre les deux). Ce n'est que par une telle planification qu'on peut s'attendre à ce que la recherche puisse accroître la compréhension commune, c'est-à-dire commune aux praticiens et aux observateurs ou critiques, de l'enseignement des sciences au Canada.

Figure I.2 - Deux niveaux de la réalité pour la recherche sur l'enseignement



Portée de l'étude

Certaines limites d'ordre pratique à la portée de l'étude ont été établies dès le départ. Deux de ces limites, en particulier, méritent mention : les niveaux auxquels l'enseignement des sciences fut examiné et la définition de « science » prescrite par l'étude.

Les niveaux d'enseignement

L'étude porte avant tout sur l'enseignement des sciences aux seuls niveaux primaire et secondaire. La raison principale a trait aux objectifs de l'étude,

qui sont centrés sur les fins ou buts visés par l'enseignement des sciences. À mesure que les élèves grandissent et traversent les étapes de l'enseignement (de la maternelle, peut-être même jusqu'au doctorat), les raisons données ou les buts visés en apprenant les sciences évoluent et, par le fait même, les objectifs des programmes et des cours changent aussi. Aux niveaux les plus élevés, où les étudiants ont l'intention de se spécialiser en vue d'une carrière scientifique, les objectifs des programmes sont relativement peu nombreux mais précis (même si on ne les articule pas très bien). Par contre, aux niveaux élémentaire et secondaire, les objectifs, plus nombreux et moins spécifiques, correspondent à la clientèle plus hétérogène de ces écoles. À ces niveaux, l'école se doit de satisfaire aux besoins de tous ses élèves et les programmes de sciences doivent donc viser toute une variété d'objectifs. C'est sur l'enseignement des sciences à ces niveaux qu'ont porté les critiques dont il a déjà été fait état.

Ce choix de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires comme objet central de l'étude n'interdit pas, bien entendu, de tenir compte d'autres activités connexes qui empiètent sur les sciences à l'école : l'enseignement des sciences au niveau universitaire ou collégial, la vulgarisation scientifique, écrite ou diffusée par les moyens électroniques, les films, les musées et les centres scientifiques, et, de fait, toute activité, organisation, publication ou événement pouvant exercer une influence sur l'enseignement des sciences à l'école.

Tableau I.1 – Distribution des années par province

Province/territoire	Primaire	Premier cycle du secondaire	Deuxième cycle du secondaire
Terre-Neuve et Labrador	M-6	7-9	10-11[a]
Île-du-Prince-Édouard	1-6	7-9	10-12
Nouvelle-Écosse	M-6	7-9	10-12
Nouveau-Brunswick	1-6	7-9	10-12
Québec	M-6	7-9	10-11
Ontario	M-6	7-10	11-13
Manitoba	M-6	7-9	10-12
Saskatchewan	M-6	7-9	10-12
Alberta	M-6	7-9	10-12
Colombie-Britannique	M-7	8-10	11-12
Territoires du Nord-Ouest	M-6	7-9	10-12
Yukon	M-7	8-10	11-12

[a] Au moment de la cueillette des données, Terre-Neuve n'avait pas encore implanté le programme de 12e année.

Chaque province et territoire adopte une façon de grouper les années d'un programme d'étude. Nous avons décidé de considérer trois de ces groupes : primaire, 1er cycle du secondaire et 2e cycle du secondaire, pour chacune des juridictions. Toutefois, les façons de grouper varient d'une juridiction à l'autre, et ces façons ont été respectées ici, plutôt que d'uniformiser artificiellement. Le tableau I.1 montre la correspondance entre les trois groupes (niveaux) utilisés pour cette étude et les années du programme d'étude.

La « science » à l'école

La prescription de ce qui est tenu pour la « science » dans le contexte de la présente étude a prêté à controverse, parce qu'elle est nécessairement assez arbitraire. On ne règle pas facilement la controverse en utilisant une définition formelle de la science pour tenter d'établir des distinctions entre les programmes scolaires. Dans bien des cas, les listes de programmes scolaires ont un sens administratif plutôt que philosophique. Malgré cela, les enseignants savent ce qu'ils veulent dire lorsqu'ils parlent de programmes de « science », par opposition à d'autres domaines des programmes scolaires. Le programme de science à l'école étant l'objet central de notre étude, cela a aussi semblé être la meilleure base d'une définition prescrite de la « science ». L'étude a donc examiné les secteurs du programme scolaire définis comme « science » dans chaque province et territoire.

Sur le plan concret, cela a voulu dire que les sciences de la terre, la physique et la biologie et que les mathématiques et les sciences sociales, ont été écartées de l'objet central de l'étude. Toutefois, l'impact de ces deux groupes de matières sur l'enseignement et l'étude des sciences a également été envisagé. Cela laisse donc un certain nombre de sujets tels l'informatique, l'agriculture et la technologie dans une « zone grise » mal définie. Dans les provinces où ces matières sont considérées comme des sciences, elles ont été incluses.

II. Investigation dialoguée

Vue d'ensemble de la stratégie

Dans la présente étude, nous soutenons que les débats sur le changement du programme d'étude des écoles présentent un caractère à la fois rationnel et politique. Quoiqu'une bonne part de ce qui suit, dans cette étude de documentation en trois volumes, soit un compte rendu de recherche de nature en apparence classique, le caractère rationnel et politique du contexte où l'étude s'est poursuivie est crucial pour en comprendre l'importance. Ainsi est-il utile d'expliquer notre position de façon détaillée afin d'éclaircir la stratégie d'ensemble de l'étude dont le titre même, investigation dialoguée, vise à faire saisir sa nature éclectique. Cette attitude s'explique, essentiellement, par les trois raisons suivantes.

La dimension politique des programmes d'études scientifiques

Qu'une étude centrée sur l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada ait un caractère à la fois rationnel et politique découle en premier lieu de la perception du programme d'étude comme étant lui-même une forme de politique. Ce n'est pas là l'opinion la plus répandue. On a de tout temps perçu le processus régissant le changement des programmes d'étude comme un phénomène hautement rationnel et souvent linéaire. On définit d'abord des objectifs, parfois en se fondant sur de prétendues évaluations des besoins, puis on élabore des stratégies d'enseignement comme moyens d'atteindre ces objectifs. L'un d'entre nous a soutenu ailleurs[1] et en détail qu'une telle opinion ne suffit pas. Les programmes d'étude ne devraient pas être perçus comme s'il s'agissait de simples produits ouvrés, de choses qu'on peut fabriquer. Si tel était le cas, les modèles de planification rationnelle pourraient peut-être convenir. Cependant, une décision portant sur un programme d'étude représente plus qu'un simple choix rationnel d'y inscrire la matière X ou la méthode Y. Il représente, de la part d'un individu ou d'un groupe, l'engagement d'agir d'une façon précise dans un contexte donné (défini en fonction à la fois du temps et du lieu). Et cela, c'est un jugement politique aussi bien que rationnel.

Un exemple pourra peut-être éclairer cet argument. Supposons que le coordonnateur de l'enseignement des sciences d'une commission scolaire décide d'inscrire, dans le programme de sciences de la 1ère année du secondaire, un cours sur l'énergie, cours donné avec comme ligne de force son à-propos social. Supposons aussi que cette décision soit entérinée par le directeur des services pédagogiques; elle devient alors partie intégrante du programme officiel de la commission scolaire que les professeurs de sciences doivent enseigner cette année-là. Elle est, espère-t-on, rationnelle, en ce sens qu'on peut raisonnablement s'attendre à ce que le coordonnateur soit en mesure de la défendre par des motifs présumément fondés sur les connaissances préalables des élèves, leurs besoins futurs, la place de la matière dans la discipline, le contexte social de l'enseignement, et ainsi de suite. Cependant, la décision comporte aussi un impact politique : elle oblige les gens (surtout les enseignants) à se comporter de certaines façons, par exemple, enseigner l'énergie selon la ligne de force approuvée alors qu'ils se trouvent dans des circonstances particulières (à telle commission scolaire, à telle année du secondaire, en telle année, etc.). Si le processus décisionnel n'a pas tenu compte de cette dualité de caractère, il y a peu de chances que s'opère un changement défendable. Si le coordonnateur se contente d'agir de façon rationnelle, sans tenir compte de l'influence de la nouvelle exigence sur les enseignants concernés, il est vraisemblable que la décision, si défendable soit-elle en théorie, déplaise et il est bien possible qu'on n'y donne pas suite. Par contre, si le coordonnateur agit de façon purement politique en ne tenant pas compte du bien-fondé essentiel de sa décision, il a négligé une responsabilité professionnelle, soit celle de rechercher des moyens d'améliorer le programme de sciences de la commission.

C'est donc dire que les programmes d'étude sont tenus pour une certaine forme de politique[2], qui, de façon plus précise, correspond à des règles, des plans, ou des orientations pour déterminer ce qui doit être enseigné dans des situations précises. Ainsi, ils se distinguent de certaines ressources du programme d'étude telles que les manuels, qui sont mis au point en vue d'un usage général et volontaire. Un programme d'étude est à la fois un produit de la raison et un engagement de la volonté. Il a une force politique aussi bien qu'un contenu rationnel. Il faut donc qu'une étude des programmes de sciences dans les écoles du Canada tienne compte de cette dualité, surtout si elle cherche à proposer des modifications à ces programmes.

Les évaluations des besoins et la découverte des objectifs

On dit parfois que la clé de la planification des programmes d'étude consiste à commencer par une évaluation empirique systématique de ce que les élèves devraient savoir[3]. De fait, nous avons admis que les discussions touchant ce qui devrait être enseigné dans les classes de sciences et les critiques de ce qui est enseigné se fondent généralement sur des hypothèses ayant trait aux besoins des élèves, soit pour le présent, soit pour l'avenir.

Mais personne ne peut prévoir l'avenir avec certitude. Et le problème, c'est que les enfants, aussi bien que la société dans laquelle ils vivent, présentent une variété déroutante de ce qu'on peut appeler des besoins, chacun justifiant une orientation différente du programme d'étude. Ainsi que le signale Len Berk :

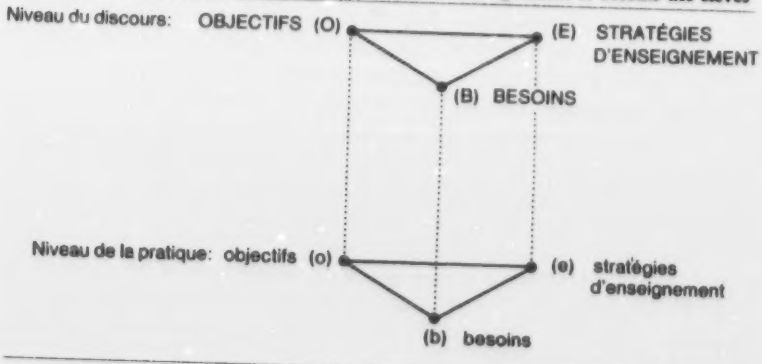
> « Nous n'avons pas de méthode normalisée pour déterminer de façon précise la nature et l'importance des besoins des individus, ni pour identifier ceux qui les ressentent. De fait, on peut en règle générale, en modifiant quelque aspect particulier de notre vie publique, prévenir des besoins particuliers auxquels on peut en principe satisfaire par l'enseignement... Étant donné que nous ne pouvons pas supposer que notre vie publique ne saurait être contestée, toute tentative de déterminer ce qu'il faut aux élèves est susceptible de contestation. »[4]

Berk renvoie à une vague d'enthousiasme pour « l'élaboration scientifique des programmes d'étude », ainsi qu'on appelait cela dans les années 1920 aux États-Unis. Sa conclusion est nette et désarmante :

> « En tant que méthode ressemblant davantage à une enquête qu'à un débat, l'évaluation des besoins semble offrir une esquive en présence d'un désaccord; elle nous permettrait de découvrir les objectifs de l'enseignement au lieu de nous obliger à en décider. Franklin Bobbitt espérait aussi découvrir les objectifs de l'éducation, ce qui lui a valu d'être à juste titre rabroué. À cette époque aussi bien qu'à la nôtre, les débats sur les objectifs semblaient hasardeux, difficiles à diriger et susceptibles d'être entachés de politique. Il en est ainsi. La découverte des objectifs (ou des besoins qui les justifient) paraissait systématique, péremptoire et politiquement sans danger. C'était une illusion. »[5]

Si importants que soient les besoins d'éducation et les objectifs qui y correspondent pour la détermination ou l'évaluation des programmes de sciences, tant au niveau du discours qu'à celui de la pratique (voir figure II.1), on ne saurait les découvrir dans les écrits qui en traitent. Il faut qu'ils soient débattus et, dans une société démocratique, tous ceux qui ont des intérêts dans l'issue des débats ont le droit d'y participer.

Figure II.1 – Objectifs de l'enseignement, stratégies d'enseignement et besoins des élèves



Les ayants droit et les programmes d'études scientifiques

Ceux qui défendent la recherche empirique comme moyen de déterminer le programme d'étude présupposent qu'il existe en réalité un consensus social sur les objectifs de l'enseignement et que le problème consiste à dévoiler ce consensus. Par contre, le point de vue de l'auteur est que la société est tiraillée par des conflits de valeurs au sujet des objectifs de l'éducation et que le problème consiste à établir un consensus[6]. Parler de conflits de valeurs suppose l'existence de groupes d'intérêts, et la recherche de consensus dans la société, parmi différents groupes d'intérêts, suppose un mécanisme de débat politique. Il va sans dire que les matières précises du programme d'étude ne sont pas souvent l'objet central du débat politique formel ni ne constituent ordinairement des éléments des programmes politiques à l'époque des élections. Toutefois, les besoins des élèves à l'école, l'orientation du programme scolaire et les activités concrètes en classe peuvent être considérés comme le produit d'un débat raisonnable entre des groupes d'intérêts définis et distincts.

La lecture d'un passage de *La Politique*, d'Aristote, traitant de l'éducation en tant que problème politique, nous révèle que le temps n'a rien changé au problème :

> « L'éducation d'à présent ne laisse pas de causer ici de l'embarras. On ne sait s'il faut apprendre aux enfants les choses utiles à la vie ou celles qui tendent à la vertu, ou les hautes sciences dont on peut se passer. Chacune de ces opinions a ses partisans. »[7]

On est frappé par l'actualité de ces controverses. Pourtant, ainsi que nous l'avons déjà signalé, cette perspective politique des programmes d'étude n'est approuvée que dans assez peu d'écrits.

Dans un article récent, Connelly et ses collègues ont proposé la notion d'« ayant droit » (stakeholder) pour comprendre les rôles des nombreuses personnes et nombreux groupes qui ont des opinions sur les programmes d'études scolaires et qui souhaitent influencer en conséquence les décisions touchant les programmes[8]. Ainsi qu'ils le font remarquer, tous et chacun ont quelque droit de regard dans le programme d'étude.

> « Cette revendication peut être directe et immédiate, subtile ou obscure, mais elle n'en existe pas moins, exprimée avec véhémence ou gardée sous le manteau. L'école est une création de la société, façonnant celle-ci et façonnée par elle, traduisant ses particularités et réagissant à ses besoins et, en agissant ainsi, elle ne peut pas, non plus que l'enseignant, ne pas tenir compte des ayants droit. »[9]

Les élèves, les enseignants, les parents, les commissaires d'écoles, la communauté scientifique, l'industrie, le mouvement syndical et bien d'autres groupes et institutions ont tous droit de regard dans le programme d'études scientifiques. Les critiques de l'enseignement des sciences dont les observations ont déjà été signalées sont tous des ayants droit et leurs droits de regard diffèrent autant que leurs antécédents et leurs points de vue. En admettant qu'il y ait diversité d'ayants droit de regard au programme de sciences, nous n'attribuons pas nécessairement à ces individus

ou groupes des motifs ou des intentions inavouables tendant à assujettir les écoles à leurs propres fins. Nous admettons simplement une réalité dont l'existence revêt une importance de premier ordre dans la planification d'une étude de l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada.

Une étude où l'on reconnaît comme légitimes les multiples droits de regard sur le programme de sciences aura vraisemblablement des résultats bien différents de ceux d'une étude dominée par un seul ayant droit ou par un groupe restreint. Par exemple, dans la période qui a suivi le lancement du premier Spoutnik, le programme de sciences (surtout aux États-Unis) a changé – du moins au niveau du discours – de ligne de force, qui portait auparavant sur l'application quotidienne et industrielle de la science (durant les années 40 et 50). Elle porte maintenant de façon plus abstraite et intellectuelle sur la nature de la science, sa structure et ses démarches. Ce n'est pas par coïncidence que cette réorientation a subi l'influence des scientifiques de la communauté universitaire et a été financée (du moins aux États-Unis) par la National Science Foundation. Les préoccupations ressenties aujourd'hui, quant au manque d'à-propos de tels programmes d'étude pour la société et pour l'expérience de la vie qu'ont les élèves, sont la preuve de ce qui peut se produire lorsqu'on laisse un groupe d'ayants droit avoir une voix prépondérante dans la définition des programmes d'étude.

L'engagement ferme d'ayants droit particuliers pour certaines lignes de force du programme les amène souvent à considérer d'autres lignes de force (préconisées aussi fortement par d'autres ayants droit) comme des distractions, comme une édulcoration du programme ou comme étant purement et simplement trompeuses. La résistance de certains membres de la communauté scientifique aux propositions de modification du programme d'étude faites par Symons, visant à situer la science dans un contexte canadien, est un cas typique. Les décideurs doivent soupeser ces avis contradictoires et se demander qui sont les ayants droit pertinents et quels sont leurs intérêts. S'ils ne cherchent pas les réponses à ces questions, l'orientation future de l'enseignement des sciences au Canada pourra être déterminée par les plus véhéments ou par la manoeuvre politique la plus tortueuse. Toutefois, si l'on peut trouver les réponses aux interrogations, alors les questions en litige pourront être réglées par le débat, en tenant compte des raisons d'agir[10]. La démarche doit donc être à la fois politique et rationnelle.

Les responsables et les intéressés

Quoi qu'il en soit, les ayants droit ne sont pas tous égaux. Les responsables ont l'obligation de rendre compte, sur le plan politique ou professionnel, des choix qu'ils font concernant l'enseignement des sciences. Ce sont les ministres de l'Éducation et les conseillers scolaires qui sont chargés de la politique et qui ont des comptes à rendre, et ce sont leurs fonctionnaires, administrateurs et enseignants qui sont responsables en vertu de leur emploi dans les ministères ou les établissements scolaires. Tous les

autres sont par définition des « intéressés », c'est-à-dire les professeurs d'université, le monde des affaires et de l'industrie, le public, les parents et, bien entendu, le Conseil des sciences du Canada lui-même. Ils ont également des intérêts dans le programme d'étude, mais n'assument aucune responsabilité à cet égard sur le plan politique. Leur situation d'intéressés n'ayant pas l'obligation de rendre des comptes les investit du privilège de critiquer à volonté l'enseignement (d'aucuns le font souvent et avec vigueur). Toutefois, si les intéressés veulent être de quelque utilité dans l'amélioration de l'enseignement, ils doivent accepter et appliquer certains principes déontologiques* qui régissent leurs rapports avec les responsables[11]. Un exemple de cette relation est donné plus bas.

Tout au cours de l'étude, on a souvent fait état de l'à-propos de l'engagement d'un organisme comme le Conseil des sciences du Canada, constitué et financé par le gouvernement fédéral, dans une étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires, ce qui est nettement un domaine de compétence provinciale. Cependant, le Conseil des sciences du Canada reconnaît aux autorités provinciales le statut de responsables et à lui-même celui d'intéressé dans le système de l'enseignement des sciences, mais il soutient que son mandat lui confère un intérêt indubitable dans l'entreprise. De plus, par un vote officiel qui a eu lieu à sa réunion de septembre 1980, le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) a convenu d'apporter sa collaboration au Conseil des sciences pour l'étude, sous réserve de certaines conditions touchant la portée de l'étude et sa direction au jour le jour.

Enfin, que dire de l'intérêt particulier du Conseil des sciences du Canada dans l'enseignement des sciences? Étant donné que, dans ses rapports antérieurs, il ne s'est jamais prononcé à cet égard, on ne peut pas présupposer une « attitude » de sa part. De fait, l'étude constitue un moyen par lequel le Conseil des sciences a déterminé la nature de son intérêt dans le système d'éducation. Son rapport final sur la présente étude constitue l'exposé à partir duquel on peut déduire ce qui l'intéresse.** Durant l'étude, le Conseil s'est appliqué à prêter l'oreille aux autres, à poursuivre sa propre recherche et à faciliter le débat des ayants droit les plus divers et les plus nombreux possible.

Les détails de la stratégie

Le troisième objectif de l'étude, qui vise à « susciter des réflexions sur les orientations possibles de l'enseignement des sciences au Canada », correspond à l'objectif principal parce que les deux autres tendent à en faciliter la réalisation. Ce qui explique les moyens pris pour atteindre cet objectif.

L'expression « investigation dialoguée » vise à évoquer l'idée de deux démarches qui se réalisent de façon intégrée et qui sont mutuellement révé-

* On examinera ces principes dans le contexte de leur application dans des parties précises et différentes de l'étude.

** Voir le rapport n° 36 *À l'étude des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1984.

latrices tout au long de l'étude : investigation sur les objectifs et les méthodes actuels (et antérieurs) de l'enseignement des sciences dans les écoles, et débat sur les orientations futures dans ce domaine. Envisagée sous un autre angle, chacune de ces démarches comporte les dimensions rationnelle et politique essentielles dans une étude centrée sur le programme d'étude scolaire. De fait, il est possible, à diverses étapes de l'étude, de comprendre ses activités en fonction de leurs caractères rationnel et politique.

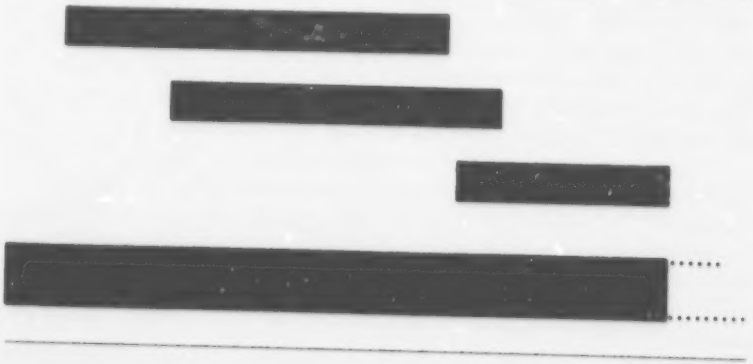
Afin d'atteindre les objectifs de l'étude, l'investigation dialoguée a dû mettre en oeuvre trois éléments :

- un engagement soutenu envers le débat et la possibilité de changement de la part de tous ceux qui ont un droit de regard sur l'enseignement des sciences au Canada, particulièrement de la part des responsables;
- une solide base de données sur le contexte dans lequel doit s'insérer tout changement proposé à l'enseignement des sciences;
- une série de questions à débattre et un choix de solutions de rechange pour alimenter les débats.

Ces trois éléments étant reliés entre eux, ils exigeaient qu'on s'en occupe de façon simultanée. Toutefois, à tout moment, un des éléments pouvait prendre le pas sur les autres. L'étude, qui comprenait trois étapes se chevauchant, s'est étendue sur environ trois ans et demi (voir figure II.2).

1. Définition des problèmes (mai 1980 à août 1982)
2. Collecte des données (janvier 1981 à décembre 1982)
3. Résolution des problèmes (septembre 1982 à décembre 1983)

Figure II.2 - Calendrier de l'étude



Le compte rendu des activités de l'étude, qui suit, explique comment chaque étape a contribué à mettre en oeuvre les trois éléments.

1ère étape : Quels sont les problèmes?

L'exposé à débattre de James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*, a marqué le début de la phase initiale, « la définition des problèmes ». C'était le premier de cinq documents de ce genre, documents où les auteurs, selon leurs diverses perspectives en tant qu'ayants droit individuels, présentaient une critique constructive de l'enseignement des sciences tel qu'il leur apparaît[12]. Chaque document peut être analysé d'après la perspective de la personne instruite dont l'auteur brosse le portrait et, par conséquent, d'après ce que l'auteur perçoit comme étant les besoins de l'élève et les objectifs souhaitables de l'enseignement des sciences (voir au tableau II.1 notre interprétation des documents fondée sur cette analyse). Puis, à partir de leur propre perspective, chaque auteur faisait la critique des usages actuels de l'enseignement des sciences et en proposait de nouveaux.

Certains problèmes se définissaient mieux lorsqu'exposés au sein d'ateliers plutôt que par voie d'exposés à débattre. Le Comité de l'étude sur l'enseignement des sciences a parrainé trois de ces ateliers et publié leur compte rendu[13]. Tous ces exposés et tous ces comptes rendus de travaux d'ateliers ont été distribués sans frais à tous ceux qui en ont fait la demande. L'étude a aussi encouragé les enseignants, les décideurs en matière de politique et les autres responsables à les débattre. Les publications ont été étayées par un bulletin expédié par la poste à des personnes intéressées figurant sur une longue liste d'envoi et par des conférences données dans tout le pays par l'équipe de recherche. Un certain nombre d'entrevues diffusées par la presse électronique, d'articles de revues et de critiques parues dans des magazines spécialisés ont aidé à porter les thèmes de l'étude à l'attention de la profession de l'enseignement des sciences.

Ces modes de communication, mais surtout les critiques de magazines spécialisés (dont les deux autres s'étaient inspirés), visaient trois objectifs. Le premier était principalement politique. Ces communications devaient faire prendre conscience aux responsables des critiques à l'endroit de l'enseignement des sciences de la nécessité, pour eux, de participer aux débats sur ses orientations futures. Il faut beaucoup de temps et de travail pour stimuler les débats, surtout dans un pays qui présente les particularités géographiques, politiques et linguistiques du Canada. Toutefois, dans les dix provinces et les deux territoires, les enseignants en sciences reçurent les communications et participèrent à tous les aspects de l'étude. L'objectif politique comporte une dimension rationnelle en ce sens que le débat a été entrepris partout où les documents ont été étudiés et en particulier dans les facultés des sciences de l'éducation. Ces discussions ont accentué la prise de conscience de quelques-uns des problèmes de l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada, tels que les voient les responsables et les intéressés.

Les documents de travail et les ateliers ont aussi suggéré des thèmes très importants pour l'étape de la collecte des données et soulevé des idées pour de nouvelles orientations dans l'étape délibérative finale.

Tableau II.1 - Résumé des attitudes exprimées dans les exposés à débattre

	Exposé à débattre		
Auteur/Titre	Caractéristique privilégiée de la personne instruite	Besoins des élèves et objectifs implicites de l'enseignement de la pratique actuelle	Critique de la science
James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*	Citoyen(ne) canadien(ne) conscient(e) de son patrimoine culturel	Comprendre la science comme intégrante partie du tissu culturel du Canada	Absence de contexte canadien dans l'enseignement des sciences
Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale et de participation*	Personne apte à comprendre les décisions sociales et politiques	Comprendre la science comme l'une des multiples voies du savoir	La science enseignée comme se suffisant à elle-même
Donald George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*	Personne qui résoud des problèmes d'ordre pratique	Acquérir des compétences comme celles de l'ingénieur	Enseignement des seules compétences du scientifique « pur »
Hugh Munby, *Qu'est-ce que la pensée scientifique*	Penseur autonome	Comprendre le fondement de son propre savoir	L'enseignement crée la dépendance intellectuelle
Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*	Créateur productif dans l'industrie et la société	Acquérir la méthode du doute systématique et de l'interrogation divergente et une approche imaginative en présence de problèmes	La science enseignée seulement comme un corpus de connaissances
Douglas Roberts, *La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école*	Individu possédant une culture scientifique	Atteindre un vaste éventail d'objectifs par l'enseignement des sciences	Déséquilibre des objectifs

2e étape : Quelles sont les données?

Ainsi qu'il a déjà été signalé, les critiques de l'enseignement des sciences (y compris les auteurs des exposés à débattre) ont souvent fait des déclarations sur l'état actuel de l'enseignement des sciences n'étant pas fondées sur des données sûres. L'étude devait évidemment établir ce fondement, ne fût-ce que pour confirmer ou infirmer ces déclarations.

Cependant, au delà de cette exigence, le débat sur les orientations futures de l'enseignement des sciences exigeait aussi une base de données sur les objectifs et la pratique actuels de l'enseignement des sciences. Ainsi, la deuxième étape de l'étude, l'étape de la recherche et de la collecte de données, a établi une telle base. Toutefois, les genres de recherche empirique en enseignement des sciences n'ont pas tous nécessairement la même valeur dans la constitution de cette base de données. Cet effort de recherche

n'est pas orienté vers la théorie puisque l'objectif ultime n'est pas d'obtenir des connaissances, mais d'alimenter le processus de délibération. Et la recherche orientée vers l'action est un art ni très bien compris, ni très perfectionné (voir le chapitre III pour plus de détails).

Une des restrictions de la recherche effectuée par des intéressés comme le Conseil des sciences sur des domaines qui relèvent des responsables est l'exigence que chercheurs et praticiens oeuvrent en collaboration. Dès le départ, le Conseil des sciences et le CMEC ont conclu un accord sur les conditions générales de l'étude. Les ministres et le secrétariat du CMEC étaient représentés par des observateurs aux réunions du Comité de l'étude sur l'enseignement des sciences, afin de conseiller sur les orientations générales de l'étude et d'agir comme voie officielle de communication entre le Comité et le CMEC. De plus, nous n'avons entrepris aucune recherche à l'intérieur d'une province donnée sans consulter au préalable le ministère de l'Éducation de cette province. Enfin, des exemplaires de tous les rapports ont été envoyés aux ministères de l'Éducation avant leur publication pour permettre la présentation d'observations et de critiques. Il va sans dire que certains considéreront de façon négative de telles négociations et consultations comme compromettant l'indépendance et la validité de la recherche. Cependant, nous voyons la question d'un oeil différent. Des responsables comme les ministères et les enseignants peuvent contribuer à la recherche, et ce faisant, accroître sa validité et intensifier leur engagement envers ses résultats. Les deux facettes de l'étude sont encore une fois visibles, en ce sens que l'activité la plus rationnelle de l'étude possède aussi son aspect politique.

3e étape : Quelles sont les réponses?

Dans une investigation dialoguée, les conclusions ne découlent pas de la théorie ni ne sont tirées de l'expérience. Elles sont débattues sur la base des données de recherche et des positions de valeur. Ainsi que Schwab l'expose brièvement :

> « La délibération est complexe et ardue. [...] Elle doit faire naître un choix de solutions. [...] Elle doit ensuite soupeser les options ainsi que leurs coûts et leurs conséquences au regard les unes des autres, et choisir, non pas l'option *vraie*, parce qu'une telle chose n'existe pas, mais la *meilleure* option. »[14]

Les délibérations se limitent à l'élaboration de solutions qui sont les « meilleures » (dans les circonstances) parce que ces solutions doivent être mises en pratique dans des écoles réelles par des enseignants en chair et en os. Il arrive parfois que les programmes de réforme de l'enseignement soient élaborés à partir d'un idéal, sur ce qui pourrait être si l'on édifiait un système scolaire à partir de zéro. Mais rarement, si tant est, arrive-t-il qu'on édifie à partir de zéro sans contraintes. La mise en oeuvre de tels programmes les déforme parfois au point de les rendre méconnaissables.

L'étude du Conseil des sciences porte sur l'enseignement des sciences dans les écoles d'aujourd'hui et sur la façon de l'améliorer, non de le

remplacer. Qu'il soit ou non possible de mettre en oeuvre une orientation particulière doit être une contrainte dans le cadre du débat. C'est une des raisons pour lesquelles on a tenu des assemblées délibératives, qui se sont déroulées séparément dans chaque province et chaque territoire au cours de la troisième étape de l'étude. Dans chaque cas, on a invité aux conférences une variété représentative de tous les ayants droit, responsables et intéressés, afin de débattre, à la lumière de la recherche et des publications du Conseil, les besoins futurs et les possibilités de développement de l'enseignement des sciences.

Quoique les programmes précis des conférences aient été arrêtés en fonction de l'endroit où elles se tenaient, ils comportaient tous trois objectifs généraux :

- examiner (a) les thèmes de l'étude du Conseil des sciences définis dans les exposés à débattre et les comptes rendus d'ateliers qui ont été publiés, et (b) les données de recherche recueillies par l'étude, dans la mesure où elles étaient pertinentes pour la province ou le territoire;
- définir de nouvelles orientations souhaitables pour l'enseignement des sciences dans la province ou le territoire, en même temps que des modifications structurelles et autres nécessaires à la mise en place de ces nouvelles orientations;
- élaborer des propositions que le Comité d'étude sur l'enseignement des sciences auprès du Conseil des sciences du Canada considérerait dans le contexte de la préparation de son rapport final.

Encore une fois, dans cette dernière étape de l'étude, les dimensions rationnelle et politique de la démarche sautent aux yeux. Même si les débats devaient porter sur les raisons d'agir, on n'en visait pas moins, par une large représentativité des participants (en termes d'ayants droit), à favoriser la crédibilité politique du résultat. Car, même si les solutions défendues de façon rationnelle sont convaincantes sur le plan intellectuel, il faut aussi qu'elles soient acceptables sur le plan politique, si l'on veut que le changement se produise. Bref, trois conditions sont essentielles à la réussite des débats.

1. Il faut qu'il y ait des personnes qui s'engagent à découvrir ou, du moins, à rechercher des solutions aux problèmes qui se posent à l'enseignement des sciences. Ces personnes doivent comprendre des responsables (ceux qui ont charge de l'enseignement des sciences et y sont engagés professionnellement) aussi bien que de nombreux intéressés (ceux qui ont des intérêts dans l'entreprise mais non des responsabilités).
2. Il faut une solide base d'information sur l'enseignement des sciences et, en particulier, sur ses objectifs et ses stratégies. Cette étude de documentation en trois volumes renferme une partie importante de cette information; toutefois, chaque participant aux débats possédera sa propre base d'information, qui est également précieuse.

3. Il faut un ensemble de questions et d'options concernant l'action future. Encore une fois, elles sont de deux genres : les thèmes soulevés par l'étude grâce aux exposés à débattre et aux comptes rendus d'ateliers, et les questions locales d'importance et d'intérêt particuliers.

Il est impossible de prédire avec justesse le résultat d'un processus de délibération. Bien que le rôle du Conseil des sciences dans cette démarche soit nécessairement limité tant dans sa portée que dans sa durée, il n'y pas de raison pour que les débats eux-mêmes soient semblablement limités. Nous espérons sincèrement que lorsque les activités officielles de l'étude seront terminées, l'élan des débats dans chaque province sera tel qu'ils se poursuivront.

III. Recherches pour alimenter la délibération

Les débats sur l'orientation future de l'enseignement des sciences doivent nettement se fonder sur une connaissance solide de l'état actuel de cet enseignement. Toutefois, ce qui est moins facile à déterminer à l'avance, c'est l'information précise qu'il faut pour une telle démarche et, par conséquent, le genre de programme de recherche qu'il y a lieu de mettre sur pied dans le contexte de l'investigation dialoguée, stratégie de la présente étude. Dans une certaine mesure, les réponses à ces questions ont été anticipées dans les deux premiers chapitres où, premièrement, l'objet central et, deuxièmement, la stratégie globale de l'étude ont été traités. Deux grands thèmes de l'étude, traités dans ces chapitres (l'accent mis sur l'enseignement des sciences et le but des efforts visant à alimenter les débats) sont réexaminés ici brièvement afin d'établir le cadre de la raison d'être et de la vue d'ensemble du programme de recherche qui suit.

La figure I.2 (voir p. 28) présente l'enseignement des sciences comme résultant de l'interaction de quatre éléments : les objectifs de l'enseignement et les stratégies correspondantes, dans leur fonctionnement aux deux niveaux du discours et de la pratique de l'enseignement. Ces éléments sont désignés à des fins de commodité par O, E, o et e. La notion de « ligne de force du programme d'études » a été définie comme moyen permettant de combiner les objectifs avec la matière scientifique dans le matériel didactique et les directives du programme d'études (O—E) ou de déduire les objectifs ou intentions du programme d'études d'observations faites sur le matériel didactique ou la pratique de l'enseignement (e—o). La relation entre les niveaux du discours et de la pratique (O—o et E—e) pose plus de difficulté du fait que la recherche sur la façon par laquelle les enseignants traduisent le programme d'études dans la pratique ou se représentent leur propre expérience n'en est encore qu'à ses premiers balbutiements. Il se peut que la présente étude projette quelque lumière sur cet important

problème, même si cet objectif théorique n'en est pas, bien entendu, un de ses tout premiers.

Le but le plus important de ce programme de recherche, défini dans les trois objectifs globaux de l'étude et expliqué dans le chapitre précédent, consiste à alimenter les débats sur le contexte de tout changement envisagé. C'est pourquoi il importe que l'information soit recueillie non pas simplement au sujet des quatre éléments qui représentent un intérêt central pour l'étude, mais aussi au sujet des contextes plus étendus où se situent ces éléments. À cet égard, on peut reconnaître que cinq de ces contextes revêtent une importance particulière :

1. le contexte politique (directives officielles, approbation des manuels, qualification des enseignants, etc.);
2. le contexte professionnel (antécédents, formation et expérience des enseignants, etc.);
3. le contexte d'enseignement (manuels et autres outils didactiques, mais aussi les élèves, leurs aptitudes et leurs intérêts, etc.);
4. le contexte des établissements (installations, calendrier scolaire, nombre d'élèves par classe, etc.);
5. le contexte social (attitudes des pairs, des directeurs d'écoles, des parents, des commissaires, de l'industrie, des universités, etc.).

Ces facteurs contextuels sont signalés ici pour étendre la gamme des questions sur lesquelles on doit disposer d'informations pour les débats où sont discutés des changements d'objectifs ou de stratégies d'enseignement.

L'objectif de cette recherche – alimenter les débats – se distingue à tel point de ceux de la plus grande partie de la recherche en enseignement des sciences qu'une certaine réflexion s'impose sur l'étendue des stratégies de recherche dont on dispose et sur leur à-propos relatif, afin de justifier notre décision quant à la sélection d'un programme de recherche en particulier.

Recherche explicative et recherche évaluative

La recherche dont la conclusion est la délibération n'a pas nécessairement le même cadre que la recherche générale en enseignement des sciences. Certaines stratégies de recherche peuvent convenir mieux que d'autres. Bien que toute recherche soit orientée vers la création du savoir, il s'agit ici de déterminer quelles formes de savoir (et, donc, quels instruments de création du savoir) peuvent le mieux servir à alimenter les débats. Le travail d'analyse conceptuelle qui suit met en opposition deux fonctions distinctes de la recherche et explique comment a été résolu ce problème.

La plus grande partie de la recherche en enseignement des sciences – comme en d'autres disciplines – vise à expliquer les phénomènes et les événements. Stephen Toulmin parle des « ambitions explicatives » des scientifiques[1] et un examen rapide de n'importe quel programme récent d'un congrès de la National Association for Research in Science Teaching, ou de son journal (*Journal of Research in Science Teaching*), permet de

le constater. Cependant, cet objectif n'est pas le seul valable.*

D'ordinaire, lorsque les enseignants et les administrateurs des ministères prennent des décisions en classe ou dans leur champ de compétence, ils font appel à une forme de connaissance bien différente de celle du genre explicatif formel, qui est le résultat de presque toute la recherche. Ils ont recours à ce que Freema Elbaz appelle « la connaissance décisionnelle » (practical knowledge)[3] ou à ce que Geoffrey Vickers définit comme une « évaluation de la situation » (appreciation of the situation)[4]. Bien que l'expression d'Elbaz s'applique plus pa[illegible]ulièrement aux connaissances intuitives ou personnelles que [illegible]e l'enseignant sur une situation donnée, nous adopterons le concep[illegible]connaissance décisionnelle » dans le sens suivant : une telle connaissance a trait à la totalité de l'information touchant une situation, que l'on rassemble avant de prendre une décision. La recherche décisionnelle est donc la démarche qui mène à la collecte d'informations destinées à servir dans une telle prise de décision.

Ces deux types de recherche présentent une autre différence fondamentale. Les résultats de la recherche explicative doivent pouvoir être généralisés. D'autres chercheurs doivent être en mesure de répéter la recherche et démontrer que les résultats ne sont pas fonction du moment ou du lieu où elle se fait, mais bel et bien universels. Par contre, les résultats de la recherche décisionnelle doivent être tout à fait pertinents à la situation particulière considérée. Pour le professeur ou le directeur, les mêmes données peuvent prendre un sens bien différent. Dans un cas, les données concernant un directeur d'école atypique pourraient être rejetées comme « erreur » par l'un, mais présenter une importance et un intérêt de premier plan pour l'autre.

De toutes façons, il est clair que dans la présente étude, c'est la recherche décisionnelle qui comptait le plus. Elle avait comme but d'alimenter les débats, et il était sans importance qu'elle ne puisse être appliquée à d'autres pays ou à d'autres époques. Ce qui importait, c'était d'une part, que les connaissances acquises soient pertinentes à chaque province et chaque territoire où des assemblées délibératives auraient lieu en 1983 et, d'autre part, que les connaissances acquises tiennent compte de la portée nationale du rapport final du Conseil des sciences du Canada et soient pertinentes à l'ensemble du pays.

Vue d'ensemble du programme de recherche

Dans le contexte de l'étude, quatre projets principaux et un certain nombre de projets secondaires ont été entrepris. Le rapport entre les projets principaux qui suivent et l'ensemble de la recherche (sa portée et ses objectifs)

---

* Nous nous empressons d'ajouter que, dans le cas de la recherche en enseignement, de telles connaissances explicatives veulent servir et améliorer la pratique de l'enseignement. Or dans bien des cas, ces intentions ne se réalisent pas, et cela cause une inquiétude grandissante depuis quelques années; la question a d'ailleurs fait l'objet de réflexions dans les publications spécialisées[2]. Mais un compte rendu systématique de cette question échappe à la portée des présents travaux.

est expliqué plus bas (un compte rendu détaillé de la méthodologie et des résultats de chaque projet figure à la section ou au volume pertinent) :

1. Analyse des lignes directives concernant les programmes d'études scientifiques (2e partie du volume I)
2. Analyse des manuels de sciences (3e partie du volume I)
3. Enquête auprès des enseignants (volume II)
4. Étude de cas sur l'enseignement des sciences (volume III)

Analyse des lignes directrices concernant les programmes d'études scientifiques

Dans chaque province et chaque territoire du Canada, les objectifs, le contenu et parfois les stratégies d'enseignement des programmes d'études scientifiques font l'objet de directives établies par les ministères de l'Éducation. Les directives des programmes d'études contiennent des énoncés de politiques qui représentent une partie importante, bien que limitée, de la base de données nécessaire pour décrire l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada. Ces énoncés de politique exposent certains objectifs de l'enseignement des sciences au niveau du discours (O à la figure I.2). Le but premier de ce projet de recherche était d'analyser ces documents, afin de déterminer quels genres d'objectifs sont prescrits pour les programmes scientifiques.

Les programmes de sciences ne font pas seuls l'objet de directives; ils s'inscrivent plutôt dans le contexte du programme d'études global. Il importait donc de recueillir le plus d'information possible sur l'orientation donnée à l'enseignement des sciences par chaque province ou territoire, afin de mieux comprendre chacune des lignes directrices du programme de sciences de chaque ministère de l'Éducation. Cette partie de l'étude comprenait donc deux analyses distinctes, la première portant sur la place des sciences, en tant que sujet, dans le programme, et la seconde, sur les objectifs de certains programmes d'études scientifiques.

Analyse des manuels de sciences

Un des aspects de la stratégie d'enseignement (E à la figure I.2) qui est souvent réglementé par des directives ministérielles est le choix des manuels destinés aux élèves. Ce règlement témoigne d'un postulat de la part des autorités, selon lequel l'utilisation d'un manuel constitue l'une des principales façons de donner suite, dans la pratique, aux objectifs du programme d'études scientifiques. La recherche émanant de nombreux pays tend à confirmer la valeur de cette supposition; des données présentées plus loin indiquent qu'au Canada, en règle générale, la situation ne diffère pas à cet égard.

Cela étant, il importait de déterminer les objectifs explicites (O) des manuels d'usage fréquent, de même que les lignes de force réelles qu'ils favorisent dans le programme d'études (e). De cette information on a déduit les objectifs implicites (o) des manuels. Il a alors été possible de comparer trois versions d'objectifs pour l'enseignement des sciences : O (directives);

O (manuels, explicites) et o (manuels, déduit de e). À partir de cette comparaison, on a évalué dans quelle mesure les objectifs prescrits pour l'enseignement des sciences bénéficient dans la pratique de conditions de réalisation appropriées.

En plus des catégories générales d'objectifs obtenues lors de l'analyse des lignes directives, des objectifs conçus à partir des critiques de l'enseignement des sciences exprimées lors des exposés à débattre ont aussi été utilisés comme catégories aux fins d'analyse. Les informations interprétatives obtenues grâce à des entrevues, aux données de l'enquête et à d'autres sources, viennent étayer l'exposé sur l'analyse des lignes directives et des manuels. Dans chaque cas, ces sources supplémentaires d'information sont signalées clairement.

Enquête auprès des enseignants

Afin de bien évaluer l'enseignement des sciences au Canada, il fallait que l'étude aille au delà de l'analyse documentaire des directives des ministères ou départements de l'Éducation et des listes de manuels prescrits pour les écoles. Il lui fallait au moins recueillir les avis de ceux qui sont le plus intimement engagés dans la pratique professionnelle de l'enseignement, soit les enseignants en sciences et les enseignants du niveau primaire. L'enquête visait trois objectifs :

1. connaître l'opinion des enseignants sur l'importance relative des différents objectifs de l'enseignement des sciences;
2. connaître la perception des enseignants concernant leur capacité d'aider leurs élèves à atteindre ces objectifs;
3. connaître les obstacles à la réalisation des divers objectifs de l'enseignement des sciences.

Bref, nous avons interrogé les enseignants sur leurs objectifs par rapport à l'enseignement des sciences (O) (et ainsi, implicitement, sur les objectifs prescrits). Nous avons aussi posé des questions sur leur démarche pédagogique (E) et sur la réalisation de leurs objectifs. Nous leur avons également posé des questions sur les divers contextes dans lesquels s'inscrivent ces objectifs et ces stratégies pédagogiques, plus particulièrement sur les contextes d'ordre professionnel, éducatif, institutionnel et social.

Études de cas sur l'enseignement des sciences

Il est toujours difficile, dans le cadre d'une recherche visant à décrire l'état d'une pratique, de dépasser le niveau du discours. En effet, la plus grande partie de l'information provient d'exposés (écrits ou oraux) qui sont faits par les enseignants eux-mêmes à partir de leur réflexion sur leur travail, et qui, par conséquent, comportent nécessairement une certaine teneur subjective. Toutefois, les études de cas sur l'enseignement réalisées depuis quelques années par des spécialistes parviennent de plus en plus à dépasser le niveau du discours et à s'approcher du niveau de la pratique. En ce qui concerne l'enseignement des sciences, les études de cas dirigées en 1977 par Bob Stake et Jack Easley pour la National Science Foundation ont établi

la légitimité et la valeur potentielle de ce genre de recherche[5]. Au volume III de la présente étude de documentation, on retrouve une série d'études de cas sur les stratégies réelles (e) utilisées en classe, sur leurs objectifs (o) correspondants et sur la perception qu'ont les enseignants des contextes éducatif, institutionnel et social dans lesquels ils enseignent.

Dans une proposition visant à coordonner la présente étude, John Olson et Tom Russell expliquent clairement la valeur d'une telle stratégie.

> « Un des avantages de l'étude de cas est qu'elle permet de peindre un portrait détaillé du *milieu* où les événements se produisent. Cette précision est essentielle pour ceux qui oeuvrent hors de la salle de classe et qui doivent évaluer les interprétations de ces événements. De plus, une telle évaluation est indispensable à un débat éclairé sur toute question complexe de politique sociale. »[6]

La méthode d'étude de cas s'efforce toujours d'exploiter la totalité des sources de données qui s'offrent à elle de façon à permettre une compréhension aussi approfondie que possible du phénomène étudié; et tout le programme de recherche respecte cette exigence. Au cours de l'étude, de nombreux échanges officieux et semi-officiels ont eu lieu entre le personnel du Conseil des sciences et les professeurs de sciences de tous les niveaux. Ces rencontres ont révélé beaucoup et nous ont aidé à comprendre et à interpréter les données recueillies aux sources. Chaque fois que la chose a été possible, on a signalé l'utilisation de ce genre d'information.

Outre les quatre grands projets, il en est deux de moindre importance dont l'avancement au moment de la rédaction ne permet pas d'insérer les résultats dans la présente étude de documentation. Nous avons l'intention, éventuellement, de présenter deux études additionnelles; l'une examinera les aspects historiques de l'enseignement de la science au Canada et l'autre présentera les tendances statistiques de l'inscription aux cours de sciences. Ces deux études seront d'une utilité évidente quoique distincte pour les débats sur les orientations futures de l'enseignement des sciences.

Une des possibilités les plus intéressantes d'un grand programme de recherche, dont la planification a été dirigée de façon intégrée, est la préparation de comptes rendus intégrés des résultats. Par exemple, il serait peut-être possible, dans la présente étude, d'employer les divers thèmes – le « contexte canadien » ou « les femmes et l'enseignement des sciences », pour n'en citer que deux – comme moyens de regrouper les résultats des quatre éléments du programme de recherche[7]. Quoique la présente étude ne tente pas d'effectuer de telles analyses intégrées sur une base thématique, le rapport final du Conseil portant sur l'enseignement des sciences le fera. En effet, les décideurs et les enseignants doivent aborder ces thèmes dans leur totalité et non pas de façon fragmentaire, comme nous avons dû le faire ici.

Deuxième partie

Analyse des directives des programmes d'études scientifiques

IV. La science dans le programme d'études des écoles

L'enseignement est une activité à ce point complexe et importante que l'on reconnaît la nécessité de s'y préparer et de la planifier soigneusement. Il va sans dire que le « programme » réellement offert aux élèves dans la classe n'est pas toujours exactement celui qui a été planifié. On s'attend quand même à ce que, grâce à certaines décisions stratégiques prises au préalable, les événements qui se dérouleront en classe auront une forme et un objet d'ensemble qu'ils n'auraient peut-être pas autrement. Celui qui, en dernier ressort, planifie le programme d'études est de toute évidence l'enseignant lui-même, qui doit décider du plan de chaque leçon à la lumière des circonstances précises du moment. Cependant, l'enseignant qui travaille de façon autonome ne recrée que rarement un plan de leçon à partir de zéro. La décision que prend l'enseignant X d'enseigner le sujet A de la matière du programme en employant la stratégie B un jour donné représente simplement la dernière d'une série de décisions prises en des occasions antérieures.

Certaines de ces décisions antérieures ont peut-être été prises par l'enseignant lui-même, par exemple au cours de la planification du travail de l'année ou de la semaine. Cependant, il se peut que d'autres décisions aient été prises ailleurs afin de faire face à de nombreuses situations semblables. Quel que soit le niveau où ces décisions sont prises – ministère de l'Éducation, commission scolaire ou école – elles forment ensemble un contexte qui limite la portée de la planification faite par chaque enseignant. Toutes ces décisions qui imposent des contraintes peuvent être tenues pour des directives de programme d'études. Toutefois, les lignes directives qui exercent une influence particulière sur l'acte d'enseigner sont celles qui proviennent des ministères de l'Éducation[1], telles les directives de programme d'étude de chaque matière ou cours, à chaque niveau d'enseignement.

De façon plus précise, il existe deux types de lignes directrices ministérielles qui, toutes deux, influent sur l'enseignement des sciences. Les unes portent sur les questions générales précisant les sujets à enseigner, le temps à y consacrer, ce qu'il faut exiger d'un élève pour le diplôme d'études secondaires, et ainsi de suite. Dans la mesure où elles déterminent le contexte qui sert de cadre à l'élaboration de chaque programme de sciences, ces lignes directrices présentent un intérêt pour la présente étude; elles sont l'objet du présent chapitre. Les autres portent sur des questions précises, soit les objectifs, le contenu et les stratégies d'enseignement liées aux programmes de sciences dans les écoles; elles sont analysées au chapitre V.

Deux grandes raisons expliquent l'importance que revêtait pour la présente étude l'analyse des directives. L'étude vise principalement les finalités et objectifs de l'enseignement des sciences au Canada. Les directives ministérielles établissent les finalités et objectifs imposés officiellement pour les programmes de sciences des écoles. Par conséquent, toutes les décisions pédagogiques, y compris le choix des manuels et des activités en classe peuvent, en principe, être évaluées au regard de ces lignes directrices*. Deuxièmement, l'analyse des lignes directrices officielles concernant l'enseignement des sciences peut aider à évaluer la validité des critiques. C'est ainsi que la présente analyse peut servir à l'élaboration d'un programme visant à susciter un effort de réflexion sur l'orientation à donner à l'enseignement des sciences.

Méthodologie

Deux rapports ont déjà été consacrés à l'enseignement des sciences. Ils ont été préparés pour le Conseil des ministres de l'Éducation (Canada) (CMEC) et ont été utilisés largement ici[2]. Le premier, *L'enseignement secondaire au Canada : Guide de transfert des élèves*, en est maintenant à sa troisième édition (1981); il a été conçu, comme son titre l'indique, pour aider les écoles secondaires à classer les nouveaux élèves venus d'autres provinces. Il présente une vue d'ensemble utile des directives du programme général d'études de chaque province et décrit assez brièvement les cours au niveau secondaire pour chaque matière. Le second rapport, *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, fait partie d'une série de rapports visant à évaluer ce que les programmes d'études canadiens peuvent avoir en commun. En examinant comme il le fait les guides des programmes de sciences de toutes les provinces, il touche de près l'objet central de la présente étude; il s'est révélé un document utile aux fins de comparaison.

Mais les rapports du CMEC comportent des limites. Tout d'abord, ils ne font aucune mention des deux territoires. L'étude du Conseil des sciences englobant aussi bien les provinces que les territoires, certaines

* Cette analyse des finalités officielles de l'enseignement des sciences a aussi servi tant dans l'analyse des manuels de sciences (partie III du présent volume) que dans l'enquête auprès des enseignants en sciences (volume II).

autres enquêtes sont devenues nécessaires*. Par ailleurs, le second rapport mentionné plus haut avait des objectifs et des intérêts particuliers différant de ceux de notre étude; il nous a donc fallu examiner les directives des programmes d'études d'une façon différente.

Devant cet acquis, le personnel de recherche a adopté une démarche en quatre étapes, pour s'assurer de la précision de l'information contenue dans la présente étude. Premièrement, les ministères des dix provinces et des deux territoires ont été priés de transmettre au Conseil des sciences un répertoire de toutes les directives touchant les programmes de sciences[3]. Ces documents ont été rassemblés au cours de la période s'étendant de février à octobre 1980. La deuxième étape a consisté à résumer le contenu de chacun et à l'analyser au regard d'un ensemble commun de catégories (novembre 1980 à février 1981)[4]. Troisièmement, un projet de rapport provisoire a été préparé et communiqué aux fonctionnaires des provinces à des fins de commentaire et de rectification des erreurs (automne 1981). Cela nous conduit à une révision et une mise à jour finales de l'information pour la présente étude (août 1982).

Comme pour toutes les études de ce genre, la présente est le reflet de la situation au moment où les documents ont été recueillis. Les lignes directrices concernant les programmes d'études, comme toutes les autres lignes directrices, changent de temps à autre et il n'est ni possible ni souhaitable d'arrêter leur évolution pour la durée d'une étude. Quoique publiée en 1981, l'étude du CMEC était fondée sur des documents recueillis en juin 1979. Or, notre étude, qui est destinée à paraître en 1984, se fonde sur des documents recueillis jusqu'à mai 1982. Plus du quart des quelque 120 documents, en gros, que notre étude a examinés ont paru entre 1979 et 1982.

Le résumé des résultats fournit certaines précisions sur la méthodologie de chaque analyse. Les autres sections du présent chapitre comprennent des renseignements sur la gamme des cours de sciences offerts dans chaque province, les exigences pour le diplôme secondaire (en ce qui a trait aux sciences), le temps qu'aux termes des directives provinciales il faut consacrer aux cours de sciences, et le mode d'élaboration des directives des programmes de sciences dans chaque province.

Les cours de sciences offerts

Le tableau IV.1 présente un résumé des cours de science offerts dans chaque province et territoire pour chacun des trois niveaux d'enseignement[5]. Dans toutes les provinces, une base scientifique est offerte tout au long de l'enseignement scolaire, à commencer par un programme intégré au

* Il y a lieu de signaler ici que les Territoires du Nord-Ouest se conforment aux directives du programme général d'études de l'Alberta, mais ils ont aussi élaboré, dans ce contexte de directives, des programmes de sciences à tous les niveaux pour satisfaire aux besoins particuliers de leurs élèves. De même, le Territoire du Yukon se conforme aux directives du programme général d'études de la Colombie-Britannique, mais il a son propre programme de sciences au niveau primaire.

Tableau IV.1 – Cours de sciences disponibles

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.	N.-É.	N.-B.	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.	T.N.-O.	T.Y.
Primaire :												
Sciences[a]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Secondaire – 1er cycle :												
Sciences[b]	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[d]
Secondaire – 2e cycle[c] :												
Biologie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Chimie	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Physique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x[e]	x[d]
Sciences générales	x	x		x[f]			x[g]		x			
Sciences de la Terre/géologie	x		x			x				x		
Sciences physiques	x[g]	x	x	x			x					
Sciences de l'environnement	(h)			x		x						
Écologie/conservation		x					x					
Océanographie	(h)	x	x									
Agriculture		x						(i)	(i)	(i)		

[a] Au niveau primaire, la science est souvent enseignée, non pas comme matière distincte, mais de façon intégrée à d'autres parties du programme d'études.

[b] En Alberta et en Saskatchewan, les sciences biologiques sont enseignées en 7e année, la géologie en 8e et les sciences physiques en 9e. Ailleurs, chaque programme de l'année comporte des matières tirées de plusieurs branches de la science.

[c] Ne sont énumérés que les cours considérés comme cours de sciences par les ministères de l'Éducation. Bien entendu, il se peut que d'autres cours inscrits au programme d'études des écoles comportent des éléments scientifiques, par exemple l'hygiène ou l'initiation à la technologie. Voir aussi de la remarque i.

[d] Pour ces cours, le Yukon applique les programmes de la Colombie-Britannique.

[e] Pour ces cours, les Territoires du Nord-Ouest appliquent les programmes de l'Alberta.

[f] Ce cours n'est inscrit que pour l'enseignement professionnel.

[g] Ces cours sont conçus pour des élèves dont les aptitudes sont faibles. De tels cours ne sont pas tous énumérés.

[h] À commencer en 1983-1984.

[i] L'agriculture est inscrite, mais non dans le cadre d'un programme de sciences. En Saskatchewan, elle fait partie d'un programme d'étude sur cette province; la Colombie-Britannique et l'Alberta ont un programme distinct d'agriculture.

niveau primaire, se poursuivant de façon graduelle vers des cours de sciences distincts au niveau secondaire du 1er cycle, et se terminant par des cours de physique, de chimie et de biologie dispensés séparément au 2e cycle du secondaire. En outre, chaque province ou territoire offre diverses options de cours au niveau de l'enseignement secondaire du 2e cycle. Il va sans dire qu'on ne peut pas voir, sans statistique des inscriptions aux cours, quels sont ceux qui sont effectivement suivis par la plupart des élèves. Par exemple, dans les Territoires du Nord-Ouest, on a signalé que les élèves de 10e qui suivent le cours de science générale - cours conçu spécialement pour les élèves du Nord - sont beaucoup plus nombreux que leurs camarades inscrits aux cours de physique, de chimie et de biologie.

Il saute aux yeux que l'existence d'un cours de sciences « sur papier » n'en dit pas long sur la substance de ce cours. Bien que chaque ministère rendre obligatoire l'enseignement des sciences à divers niveaux, c'est aux commissions scolaires, aux écoles et aux enseignants qu'il incombe d'interpréter ce mandat et d'y donner suite. De nombreux facteurs déterminent dans quelle mesure les sciences sont réellement enseignées. Cependant, les directives des ministères ne se résument pas à une simple liste de cours à offrir. Des directives établissent également ce qu'il faut aux élèves pour obtenir leur diplôme.

Connaissances scientifiques exigées pour obtenir le diplôme

Au niveau primaire, aucune province (ou territoire) ne permet aux écoliers de choisir leurs cours. La science est obligatoire. Le tableau IV.2 démontre que tel est aussi le cas pour le 1er cycle du secondaire dans la plupart des provinces et territoires. Toutefois, au 2e cycle, où l'on permet un grand choix de cours, les élèves doivent suivre un nombre différent de cours de sciences, selon les provinces, pour obtenir leur diplôme. Dans la pratique, cela veut dire que 7 ministères de l'Éducation sur 12 exigent un cours de sciences au delà de la 9e année pour l'obtention du diplôme. Le Manitoba en exige deux, alors que l'Île-du-Prince-Édouard, la Nouvelle-Écosse et l'Ontario n'en exigent pas au delà de la 9e année. Au Québec, de nouvelles exigences minimales (qu'on met en vigueur à l'heure actuelle) imposent des cours de sciences obligatoires en 7e et 9e années, qui doivent être suivis d'un autre cours au 2e cycle. Dès 1984, il faudra suivre un cours de sciences après la 9e année pour obtenir un diplôme.

Les exigences énumérées ici représentent le minimum aux fins d'obtention du diplôme, tel qu'établi par les lignes directrices ministérielles. Mais certaines écoles ou commissions scolaires peuvent se donner des normes locales afin de relever les exigences minimales. Par ailleurs, la plupart des ministères quantifient leurs exigences minimales aux fins de diplôme en unités à accumuler dans des cours obligatoires ou optionnels. Par conséquent, dans la pratique, il se peut que l'élève ait beaucoup de difficulté

Tableau IV.2 – Nombre de cours de sciences exigés pour le diplôme

Province/territoire	1er cycle du secondaire	2e cycle du secondaire
Terre-Neuve	En 7e, 8e et 9e années	1 cours (2 unités)
Île-du-Prince-Édouard	En 7e, 8e et 9e années	Aucun
Nouvelle-Écosse	En 7e, 8e et 9e années	Aucun
Nouveau-Brunswick	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Québec	En 7e et 9e années[a]	1 cours[a]
Ontario	En 7e, 8e et 9e, ou 10e [b] année	Aucun
Manitoba	En 7e, 8e et 9e années	2 cours
Saskatchewan	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Alberta	En 7e, 8e et 9e années	1 cours (3 unités)
Colombie-Britannique	En 8e, 9e et 10e années	Aucun
Territoires du Nord-Ouest	En 7e, 8e et 9e années	1 cours
Territoire du Yukon	En 8e, 9e et 10e années	Aucun

[a] En voie de mise en oeuvre (1982-1986)
[b] Augmentera en 1984 de façon à inclure la 10e année

à satisfaire cette exigence sans suivre un cours de sciences au delà des cours officiellement obligatoires*.

Le temps consacré à l'enseignement des sciences

Dans la plupart des provinces et territoires, les ministères de l'Éducation précisent le nombre (ou la proportion) des heures de classe à consacrer à chaque matière ou cours. Les directives de ce genre sont résumées au tableau IV.3. Là encore, des facteurs locaux peuvent influer sur le temps réellement consacré aux sciences, surtout au niveau primaire. À ce stade-ci, il serait prématuré de tirer des conclusions de ces données. L'objet central de l'étude porte sur les objectifs des programmes de sciences. Le tableau qui suit vise surtout à définir un contexte pour l'analyse des guides des programmes d'études (voir chapitre V).

L'élaboration des directives des programmes d'études scientifiques

Lorsqu'on n'est pas satisfait des directives actuelles, il est bien naturel non seulement de tenter de les modifier, mais aussi, dans bien des cas, de critiquer le processus qui a servi à les produire. Il se peut, parfois, que cette critique vienne de ce que l'on est convaincu qu'un processus, dont on désapprouve les résultats, comporte inévitablement des lacunes à certains égards. Par contre, il se peut simplement que le processus d'élaboration des directives ne soit pas bien compris et que, par conséquent, les moyens d'influer sur ce processus dans le sens qu'on préfère ne soient pas bien clairs. L'élaboration des directives de programmes d'études, y compris le choix des manuels, est un cas d'espèce. Ces derniers temps, des groupes et des particuliers qui s'étaient déclarés intéressés à ce qu'on prenne des décisions précises en matière de directives (par exemple les groupes créationnistes et des auteurs de manuels dont les ouvrages n'avaient pas été approuvés

* Pour mieux comprendre dans quelle mesure on suit des cours de sciences au delà des minimums exigés, le lecteur devrait consulter plus loin les statistiques sur les inscriptions aux cours.

Tableau IV.3 - Temps consacré à l'enseignement des sciences

Province/territoire	Temps d'étude minimum exigé par chaque province ou territoire (Heures par année[a])		
	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire[b] 2e cycle
Terre-Neuve	35-100	100	110-120
Île-du-Prince-Édouard	(c)	(c)	140-150
Nouvelle-Écosse	100	100	120
Nouveau-Brunswick	60	80	140-150
Québec	40-60[d]	100	135-150
Ontario	(c)	70-110[e]	110-120
Manitoba	50-100	100-110	110-120
Saskatchewan	100	105	100-120
Alberta	50-66	100	75-125
Colombie-Britannique	47-66	100	100-120
Territoires du Nord-Ouest	50-66	100	75-125
Territoire du Yukon	47-66	100	100-120

[a] Calculées, lorsque nécessaire, à partir des documents officiels, sur la base de 180 à 200 jours de classe par année scolaire

[b] Il s'agit ici d'heures par cours. L'élève a la liberté de choisir plusieurs de ces cours.

[c] Aucune ligne directrice à ce sujet

[d] Au 1er cycle (1ère à la 3e année) = 40 heures; 2e cycle (4e à la 6e année) = 60 heures.

[e] 7e et 8e années = 70 heures; 9e et 10e années = 110 heures.

par les autorités) ont demandé la révision de certains processus. Nous nous sommes donc sentis obligés dans la présente étude de décrire les processus employés au niveau provincial pour déterminer les directives des programmes de sciences et pour choisir les manuels.

Cependant, une mise en garde s'impose : l'idée de deux niveaux de la réalité - niveau du discours et niveau de la pratique - vaut encore plus pour comprendre l'élaboration des lignes directrices que pour comprendre l'enseignement. La façon dont les gens élaborent effectivement les directives et la manière dont ils s'y prennent sont souvent deux choses bien différentes. Et ce n'est pas nécessairement par malhonnêteté, mais parce que les processus d'élaboration des directives sont notoirement difficiles à définir avec tous les détails qui permettent de comprendre le comment et le pourquoi de l'apparition de directives particulières[6]. Des études de cas fourniraient probablement l'aperçu le plus net sur ces processus et, jusqu'à maintenant, aucune étude sur l'élaboration des directives des programmes d'études dans les provinces n'a été publiée. Les données recueillies dans la présente étude consistent en information de nature générale touchant la révision des lignes directrices des programmes, information obtenue lors d'entrevues officieuses avec des fonctionnaires des ministères dans chaque province et, par déduction, à partir de documents officiels.

La révision des lignes directrices des programmes d'études

Dans la plupart des provinces, au cours des dernières années, les directives des programmes à tous les niveaux ont fait l'objet de révisions. Dans

bien des cas, les nouveaux documents représentent un sérieux coup de barre par rapport aux anciennes lignes directrices, qui remontaient à 10 ou 15 ans. Dans certaines provinces, la dernière série de modifications amorce un nouveau système de révisions périodiques, où il est prévu que les documents seront mis à l'épreuve, analysés, révisés et publiés de nouveau et cela de façon régulière tous les trois, quatre ou cinq ans. C'est le cas de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, du Manitoba et de la Nouvelle-Écosse. Dans la plupart des autres provinces, les révisions sont entreprises ponctuellement, au besoin, et les lignes directrices qui en découlent demeurent en vigueur jusqu'à ce que les circonstances exigent une nouvelle révision (et que les ressources le permettent).

Il est très rare que des fonctionnaires du ministère entreprennent seuls la révision de documents officiels. D'ordinaire, on charge un comité spécial comportant des enseignants d'élaborer la version préliminaire de ce genre de document. Par exemple, la Saskatchewan et la Colombie-Britannique déclarent faire appel à des comités composés de commissaires et de cadres des conseils scolaires, alors que plusieurs provinces font aussi appel à des scientifiques universitaires et à des professeurs des facultés des sciences de l'Éducation. Le Manitoba a mis sur pied le comité permanent « K-12 » (de la maternelle à la 12e année) sur l'enseignement des sciences, formé principalement d'enseignants. Ce comité surveille l'élaboration de l'ensemble des programmes d'études scientifiques, désigne des comités spéciaux et achemine ses recommandations à la direction du ministère. En Alberta, un « conseil des programmes d'études », qui relève du ministre et comprend des participants venants de divers secteurs de la province, supervise l'élaboration des lignes directrices pour toutes les matières. Il a probablement, de tous les comités provinciaux de ce genre au pays, le mandat le plus large, ce qui facilite la coordination des directives portant sur les différents domaines du programme d'études. Dans d'autres provinces, une telle coordination est assurée par des mécanismes internes, d'ordinaire au niveau du sous-ministre adjoint ou des diverses directions générales.

La participation directe des parents, industriels, gens d'affaires ou autres intéressés à l'élaboration des programmes d'études scientifiques est généralement très restreinte. Mais les enseignants et autres responsables peuvent largement se faire entendre, car les processus ne sont pas secrets. De tels processus ont l'avantage d'être relativement simples à diriger mais l'inconvénient d'être plutôt conservateurs, étant donné que peu d'intéressés ou même de responsables radicaux y participent.

L'élaboration des lignes directrices suppose un mélange subtil à partir de systèmes de valeurs et d'informations sur le contexte où ces lignes directrices doivent être appliquées. Comme nous l'avons constaté, le recours aux comités assure qu'il y ait délibération sur différents systèmes de valeurs, mais leur composition assez limitée assure aussi que la gamme de ces systèmes est rarement très étendue. L'information sur le contexte – dans ce cas-ci, sur le système provincial d'enseignement des sciences – peut être présentée de deux façons. Soit que les participants mettent en commun

leur expérience, soit que l'on recoure à la collecte méthodique de données. La première méthode peut convenir lorsque la province est petite (exemple : l'Île-du-Prince-Édouard) ou lorsqu'on choisit judicieusement les participants pour traduire l'individualité des provinces (exemple : langues, régions économiques, milieux urbains ou ruraux, etc.). Cette dernière méthode permet d'offrir une information plus soigneusement contrôlée et, de ce fait, plus utile. On en trouve l'exemple le plus net en Colombie-Britannique, où l'on évalue de façon régulière l'apprentissage des élèves et où l'on sonde périodiquement les enseignants; les résultats sont mis à contribution dans le processus d'élaboration des programmes. Des provinces déclarent recourir à certaines données méthodiques, mais la majorité compte sur les connaissances des membres de leurs comités.

Dans à peu près toutes les provinces, l'élaboration de la version préliminaire d'une ligne directrice est suivie d'une période limitée de « validation » durant laquelle le document est communiqué à un grand nombre d'intéressés à qui on demande leurs observations (exemple : l'Ontario) ou pour une « mise à l'essai » (exemple : le Manitoba). Suite à ce mode d'évaluation, des révisions sont faites (au besoin) avant qu'on demande l'approbation finale du Ministre.

Le choix des manuels

Une des décisions-clés à prendre dans le contexte de la détermination de nouvelles directives des programmes de sciences a trait au choix des manuels destinés aux élèves. Les manuels (voir la partie III) sont un élément-clé de tout programme d'études et, par conséquent, la sélection revêt une importance pédagogique évidente. Cependant, puisque les manuels sont aussi des produits professionnels commercialement rentables, leur processus de sélection est une question d'intérêt professionnel et commercial pour les auteurs et les éditeurs.

Chaque province recourt à une certaine forme de répertoire de manuels destinés aux élèves. Dans certains cas, ces répertoires indiquent des ouvrages obligatoires. Le répertoire indique que les écoles peuvent obtenir un ouvrage particulier à meilleur prix si elles l'achètent par l'entremise du ministère. Certaines provinces inscrivent seulement un ou deux ouvrages au répertoire pour un cours ou un niveau particuliers; d'autres provinces (exemple : le Québec et l'Ontario) suggèrent de nombreux ouvrages parmi lesquels les écoles ou les enseignants peuvent choisir (voir le chapitre V et la troisième partie pour plus de détails).

La plupart des fonctionnaires provinciaux affirment que « les manuels doivent venir étayer un cours mais ne doivent pas s'y substituer ». Mais les directives de programmes d'études, elles, varient largement dans leur application de ce principe. À une extrémité de la gamme, une des directives ne signale aucun manuel et il est évident que les thèmes et les objectifs de l'enseignement des sciences ont été élaborés sans qu'on songe à des manuels particuliers. Par la suite, les ressources en manuels sont énumérées pour le cours (dans les cas de l'Ontario et du Québec, cela est fait dans

un document officiel distinct). Ici, il s'agit évidemment d'un processus où l'on définit d'abord les buts visés et le contenu, pour ensuite choisir un ou des manuels y correspondant. À l'autre extrémité de la gamme, les directives des programmes d'études désignent au départ un ou plusieurs manuels, qui correspondent exactement aux thèmes et aux objectifs définis dans les directives. Dans ce cas-ci, il faut supposer que la décision maîtresse a été celle du choix du manuel et que la définition des thèmes et des objectifs a suivi. Bien entendu, ce sont là les extrêmes. Dans bien des cas, la sélection des manuels et la définition des objectifs de l'enseignement des sciences se fait simultanément.

Nous tenons à signaler qu'en aucune façon, nous ne préconisons l'emploi d'un processus au détriment de l'autre. Dans bien des cas, des facteurs extérieurs à l'enseignement dictent le processus à employer. En Ontario, par exemple, lorsque de nouvelles directives entrent en vigueur, les maisons d'édition engagent des auteurs pour rédiger des manuels conformes au nouveau programme d'études. Si ces manuels reçoivent l'approbation du ministère, il sont ensuite inscrits au répertoire. La province est assez peuplée pour permettre le fonctionnement d'un marché relativement libre qui, de plus, est stimulé par une politique ministérielle selon laquelle ne sont pas recommandés les ouvrages étrangers, à moins qu'aucun ouvrage canadien ne convienne. Toutefois, dans plusieurs provinces plus petites, la demande est trop restreinte pour justifier une production commerciale rentable dans un cadre concurrentiel et la décision du ministère perd ainsi beaucoup de son importance. Dans certaines situations (exemple : Terre-Neuve, au primaire), un seul ouvrage est inscrit et un éditeur commercial obtient le monopole en échange de la préparation d'une édition spéciale pour la province. Au Québec, par l'intermédiaire de sa Direction du matériel didactique, le ministère commande aux éditeurs des ouvrages devant respecter les nouvelles lignes directrices de son programme. Ailleurs, les manuels sont généralement choisis parmi des sources diverses et le choix est fondé sur le jugement d'un comité ou de fonctionnaires ministériels*.

* Plusieurs études récentes sur l'édition des manuels scolaires au Canada donnent plus d'information sur ce sujet complexe[7].

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences

Quoique le contexte politique de l'élaboration des programmes de sciences revête une importance évidente pour les praticiens, l'objet central de la présente étude porte sur le contenu des directives des programmes d'études scientifiques. Quels sont les objectifs de l'enseignement des sciences et comment veut-on que les enseignants les atteignent? À tout le moins, quels sont les objectifs et les stratégies *officiels* que préconisent les ministères de l'Éducation?

Les programmes d'études scientifiques de chaque province comprennent les directives ministérielles concernant trois éléments-clés du programme de science.

- Contenu de l'enseignement des sciences : Quoi enseigner en science? ou De quels sujets scientifiques doivent traiter les cours des enseignants?
- Objectifs de l'enseignement des sciences : Pourquoi enseigner les sciences? ou Qu'impose-t-on comme objectifs des cours de sciences?
- Stratégies de l'enseignement des sciences : Comment enseigner la science? ou Quels méthodes, manuels ou techniques pédagogiques sont approuvés (ou prescrits) pour les cours de sciences?

Il se peut que les programmes d'études renferment d'autres renseignements, par exemple, le temps à consacrer à certaines parties d'un cours, ou des lignes directrices pour évaluer les élèves. Parfois, ces sujets supplémentaires ont valeur de directives; à d'autres moments, il s'agit simplement de conseils. Quoi qu'il en soit, les trois composantes signalées ci-dessus

se trouvent dans tous les programmes d'études scientifiques et la première chose à faire dans notre analyse des directives provinciales était de dégager logiquement ces parties distinctes. (L'annexe A fait état des documents officiels qui ont été analysés dans la présente étude).

Le contenu de l'enseignement des sciences

Nous avons décidé de ne pas examiner plus à fond le domaine du « contenu » pour deux raisons principales. La première et la plus importante, c'est que la nature des sujets scientifiques enseignés à chaque niveau scolaire n'est pas au premier plan des objectifs de l'étude. Par conséquent, les objectifs de l'étude indiquent qu'on se préoccupe davantage des objectifs et des stratégies employées pour les atteindre que des sujets scientifiques qui constituent le contenu des programmes scolaires.

La seconde raison pour avoir mis de côté la catégorie du « contenu », c'est que l'étude du CMEC, *Programmes de sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*,[1] renferme des résumés détaillés du contenu pour chacun des trois niveaux. En se fondant sur leur examen de cet élément des programmes d'études, les auteurs de cette étude, Haggerty et Hobbs, en arrivent à la conclusion qu'il existe une « similitude » de contenu de cours croissante du niveau primaire au 2e cycle du secondaire[2]. Ils signalent aussi que, dans bien des cas, l'existence « d'options locales » signifie qu'on ne peut pas déduire de la conclusion générale (c'est-à-dire la similitude des sujets dans les divers programmes provinciaux) qu'on enseigne des sujets communs dans toutes les écoles du Canada. La présente étude peut faire sienne cette réserve en se fondant sur notre expérience générale (et sur les études de cas, au volume III).

Les objectifs de l'enseignement des sciences

L'examen des nombreux exposés d'objectifs imposés pour l'enseignement des sciences dans les programmes des différents ministères de l'Éducation a révélé l'existence de deux caractéristiques évidentes. Premièrement, ces objectifs constituent un groupe diversifié. Ils représentent une gamme aussi étendue que tout ce qu'on peut vraisemblablement trouver dans la pratique ou les écrits de l'enseignement des sciences, du moins en Amérique du Nord. Deuxièmement, de nombreux objectifs, tout en étant superficiellement différents par la forme, semblent véhiculer des idées semblables. La diversité des objectifs exigeait un mode de classement permettant de les trier avant de passer à l'identification de conclusions à portée générale.

Huit catégories ont servi à la classification, nombre assez grand pour permettre une définition assez précise sans rendre pour autant la tâche impossible. Quoique ces catégories aient été tirées de l'examen des programmes eux-mêmes, il y a une forte concordance entre elles et des ensembles de catégories utilisées par d'autres chercheurs dans ce domaine[3]. Les huit catégories figurent au tableau V.1, de même qu'un exemple illustrant un objectif pour chacune. Ces catégories occupant une

place de premier plan dans plusieurs éléments du programme de recherche, il convient de faire suivre quelques observations supplémentaires sur chacune.

Tableau V.1 – Catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences

Catégorie	Exemple
1. Contenu scientifique	« Accroître chez l'élève la connaissance des notions fondamentales de la vie, de la Terre, et des sciences physiques. » (Manitoba)
2. Démarche scientifique et habiletés reliées	« Développer la facilité dans l'emploi des méthodes et outils de la science. » (Nouveau-Brunswick)
3. Implications sociales de l'activité scientifique et technique	« Promouvoir la compréhension du rôle de la science dans l'évolution des sociétés et de l'influence de la société sur la science. » (Alberta)
4. Nature de la science	« Amener les élèves à apprécier la science comme moyen d'apprendre et de communiquer, à propos de soi-même, de l'environnement et de l'univers. » (Saskatchewan)
5. Croissance personnelle	« Se développer en tant qu'individu autonome et créateur qui vivra dans une société scientifique et technologique. » (Québec)
6. Attitudes reliées à la science	« Susciter de l'enthousiasme pour le mode de pensée qui utilise des faits observés comme données, dans une méthode logique de solution des problèmes. » (Colombie-Britannique)
7. Sciences appliquées et technologie	« Les élèves devraient être exposés à un échantillonnage représentatif des applications techniques de la science : communications, transports, recherche scientifique, médecine, architecture, ordinateurs, appareils ménagers, énergie. » (Terre-Neuve)
8. Orientation professionnelle	« Relier la science aux possibilités de carrières dans les techniques, l'industrie, le commerce, les affaires, la médecine, le génie, l'éducation, la recherche et les autres domaines où la science joue un rôle. » (Ontario)

Contenu scientifique

Parmi les objectifs de l'enseignement des sciences, il y en a quelques-uns que l'on rencontre le plus souvent au niveau de la pratique, sinon au niveau du discours. Ces objectifs indiquent que les élèves devraient connaître et comprendre l'essence de la connaissance scientifique et, à divers égards, être en mesure de s'en servir[4]. De tels objectifs font ressortir la valeur de la maîtrise des produits de l'entreprise scientifique plutôt que des procédés de son développement et de son application. Les enseignants aux niveaux supérieurs du secondaire, au collégial et à l'université la considèrent comme importante pour ceux qui enseignent aux niveaux inférieurs. L'importance de la connaissance scientifique, tant pour elle-même que pour étude ou utilisation ultérieures, est mise en évidence ici[5].

Démarche scientifique et habiletés reliées

Ces dernières années, les buts touchant le développement des « habiletés scientifiques » sont devenus très en vogue parmi les enseignants en sciences. Ils visent le développement des habiletés du scientifique (un meilleur exemple est peut-être le programme de sciences du niveau primaire, *Science - A Process Approach*[6]), habiletés à observer, à classer, à mesurer, à déduire, à émettre des hypothèses, etc. Le rapport du CMEC sur les programmes de sciences cite un certain nombre d'habiletés scientifiques tirées du programme d'études scientifiques du 1er cycle du secondaire du Manitoba, mais presque toutes les provinces font des énumérations semblables et, ces dernières années, de nombreux projets de programmes d'études et de manuels ont prétendu offrir des moyens pour l'acquisition de ces habiletés. L'exposé de Munby[7] incite les enseignants en sciences à réfléchir de façon critique au but important de la pensée scientifique.

Implications sociales de l'activité scientifique et technique

Les objectifs visant le contenu scientifique ont toujours été présumément présents dans les programmes d'études et ceux qui sont axés sur les habiletés et la démarche scientifique sont en vogue depuis plus d'une décennie. Toutefois, les objectifs de la catégorie de « la science et la société » sont relativement plus récents en raison de l'effritement graduel de la foi populaire dans les virtualités sociales et économiques de la science. Les objectifs de cette catégorie sont centrés sur les domaines d'articulation entre la science et la société et en particulier sur les domaines qui posent des problèmes d'ordre moral, comme les questions d'énergie, de génie génétique et les problèmes causés par les déchets industriels. Jusqu'à maintenant, peu de programmes d'études ont soutenu que les objectifs dans ce domaine occupaient une position centrale[8], mais on a de plus en plus insisté sur l'importance de tels objectifs pour une société éclairée[9]. La préoccupation de James Page pour un « contexte canadien » dans l'enseignement de la science appartient à cette catégorie.

Nature de la science

Les objectifs de cette catégorie font ressortir les processus de l'investigation scientifique plutôt que ses produits. Cependant, à l'opposé de la catégorie de la démarche et des habiletés, le but visé pour l'élève, c'est de comprendre comment la science « fonctionne » en tant que discipline. Les sujets tirés de l'histoire des sciences sont souvent utilisés ici afin d'aider l'élève à mieux comprendre des sujets tels que l'élaboration des théories, l'utilisation des preuves ou la nature de la découverte scientifique. La série de programmes scientifiques du niveau secondaire élaborés dans les années 50 et 60 aux États-Unis grâce au financement de la National Science Foundation - *Physique PSSC*, *CHEMStudy* et *Biologie BSCS* - sont des exemples classiques de ce genre de programme.

Croissance personnelle

Aux yeux de certains, tout enseignement et apprentissage des matières scolaires, y compris les sciences, se justifient en raison d'objectifs d'éducation (qu'ils soient individuels, intellectuels, moraux ou sociaux) de portée plus générale que n'importe laquelle des matières elles-mêmes, néanmoins communs à chacune d'elles. Cet objectif pose le problème suivant aux enseignants en sciences : « Comment l'apprentissage des sciences peut-il concourir à la réalisation de ces objectifs? » Plusieurs documents ministériels révèlent diverses tentatives pour y trouver une solution. Les objectifs de cette catégorie insistent sur le développement de qualités telles que la créativité, l'autonomie, la collaboration, le travail d'équipe, le sens des responsabilités et même le nationalisme. Les objectifs du type « contenu scientifique » ne renseignant guère sur les fins ultimes de l'enseignement des sciences, les objectifs « de croissance personnelle » font également peu état de la manière dont l'enseignement des sciences devrait contribuer à la croissance personnelle de l'élève.

Attitudes reliées à la science

Les objectifs comportant le développement de diverses « attitudes » sont très nombreux dans les directives ministérielles, les manuels et les projets de programmes d'études. Au moins deux groupes principaux de ces attitudes ont de quelque façon trait à la science. Le premier comprend les attitudes tenues pour caractéristiques des scientifiques, « l'honnêteté intellectuelle, l'humilité, l'ouverture d'esprit, la disposition pour la recherche, le désir de la connaissance exacte[10] », et ainsi de suite. Le second groupe consiste en attitudes que les élèves sont appelés à développer à l'égard de la science, des scientifiques ou de l'activité scientifique, par exemple, l'intérêt, l'enthousiasme, l'appréciation ou l'ardeur. Aux fins de la présente analyse, nous avons regroupé tout cela, en admettant que, du point de vue pédagogique, un tel regroupement était discutable[11].

Sciences appliquées et technologie

Les objectifs de cette catégorie visent à informer les étudiants des utilisations de la science dans l'industrie, en médecine ou dans d'autres domaines techniques. Très en vogue dans l'enseignement des sciences au niveau secondaire dans les années 40 et 50, de tels objectifs ont été largement remplacés par ceux qui concernent la nature de la science. Toutefois, et depuis quelque temps, l'intérêt pour des objectifs concrets semble renaître. La catégorie est relativement étendue, allant des objectifs tels que ceux préconisés par Donald George dans son exposé : *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*[12], jusqu'aux objectifs définis dans les manuels de chimie de la série *ALCHEM*, où sont décrites les applications de la chimie dans les procédés industriels[13]. Bien entendu, un autre aspect du thème du « contexte canadien » entre en jeu ici. On peut, dans le cas des objectifs

qui mettent l'accent sur l'application des sciences dans la technologie, utiliser des exemples canadiens et ainsi atteindre simultanément les deux objectifs.

Orientation professionnelle

Les possibilités de formation professionnelle qu'offre l'enseignement des sciences intéressent dans bien des cas les élèves eux-mêmes. Cela devient une préoccupation encore plus généralisée dans une période de récession économique ou lorsque les progrès technologiques rendent désuètes les perspectives traditionnelles d'emploi de bien des gens, spécialement des femmes. Il semble que, dans ce domaine, les objectifs tendent à prêter à controverse et font l'objet de débats animés de la part de ceux qui, dans les établissements d'enseignement, ne voient pas la formation à l'emploi comme une fonction propre de l'Éducation. Cependant, les ministères de l'Éducation proposent des objectifs de ce genre et, quoique personne ne prétende sérieusement que les écoles secondaires sont avant tout des établissements de formation professionnelle, il semblerait également simpliste de soutenir qu'elles n'ont aucune responsabilité en ce qui a trait à la préparation des élèves à des carrières futures. L'enseignement des sciences peut contribuer à cette fonction de l'école et le potentiel qu'il offre a ainsi donné lieu à cette catégorie d'objectifs.

L'analyse des directives des ministères

Les huit catégories d'objectifs de l'enseignement des sciences que nous venons d'examiner représentent l'instrument avec lequel nous avons examiné le contenu des directives ministérielles. L'analyse qui suit ne constitue pas une classification scientifique exacte. Analyser à l'aide de telles catégories est un exemple de ce que Max Black appelle « raisonner sur des concepts vagues[14] ». Les catégories elles-mêmes ne sont pas précises ni bien définies; elles ne sauraient l'être. C'est une question de jugement lorsqu'on assigne un objectif « limite » à une catégorie particulière, et nous avons exercé notre meilleur jugement, en plus d'être aidés par les observations critiques des responsables ministériels. Notre analyse se veut avant tout utile. Ainsi, les trois niveaux scolaires, le primaire et les 1er et 2e cycles du secondaire, ont été sujets à une analyse distincte (tableaux V.2 à V.6). Il faut noter que, dans chacun des tableaux, le Nouveau-Brunswick comporte deux colonnes qui correspondent aux programmes anglais et français, qui sont mis au point indépendamment l'un de l'autre.

Primaire

Le tableau V.2 fait voir les résultats de l'analyse des objectifs de l'enseignement des sciences définis dans les directives visant le niveau primaire, d'après les huit catégories d'objectifs. Toutes les provinces et tous les

Tableau V.2 – Objectifs de l'enseignement des sciences au niveau primaire

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.	T.N.-O.	T.Y.
Année de la directive	1978	(a)	1978	1982	1977	1980	1975	1979	1971	1980	1977	1978	1978
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x					x	x			x		x	
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)													
Croissance personnelle	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Attitudes reliées à la science	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Sciences appliquées et technologie													
Orientation professionnelle													

[a] Document non daté

Tableau V.3 - Objectifs de l'enseignement des sciences au 1er cycle du secondaire

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[b]	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.	Man.	Sask.	Alb.	C.-B.[c]	T.N.-O.	T.Y.[d]
Année de la directive	1980	(a)	1977	1980	1979	1980	1978	1979	1979	1978	1982	1979	
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x			x		x	x	x		
Croissance personnelle			x			x					x		
Attitudes reliées à la science	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Sciences appliquées et technologie	x	x				x	x				x	x	
Orientation professionnelle							x			x			

[a] Document non daté
[b] Les objectifs ne sont pas exprimés explicitement.
[c] Document préliminaire seulement.
[d] Le Yukon a adopté le programme de la C.-B.

territoires sont, semble-t-il, largement d'accord quant aux objectifs établis pour ce niveau. On relève dans toutes les directives de ce niveau quatre catégories d'objectifs : contenu scientifique, démarche scientifique et habiletés reliées, croissance personnelle et attitudes reliées à la science. Trois catégories – nature de la science, sciences appliquées et technologie, et orientation professionnelle – ne figurent dans aucune des lignes directrices. Il existe certaines différences d'opinions au sujet des objectifs concernant la science et la société; cinq provinces proposent des objectifs dans cette catégorie. Toutefois, les objectifs visant à sensibiliser l'élève à l'environnement ont été classés dans la catégorie de la science et la société, et plusieurs provinces inscrivent les études de l'environnement dans le cadre du contenu du cours de niveau primaire. C'est pourquoi la présente analyse confirme la tendance relevée par Haggerty et Hobbs à « mettre l'accent sur le développement d'un processus d'apprentissage et sur l'acquisition d'une attitude scientifique[15] » dans les objectifs généraux de l'enseignement des sciences au niveau primaire.

1er cycle du secondaire

Les directives du programme d'études scientifiques du 1er cycle du secondaire sont encore plus récentes que celles du niveau primaire. À l'exception d'une seule, toutes les directives ont été révisées dans les cinq dernières années. Le tableau V.3 fait état des résultats de l'analyse des objectifs établis pour ce niveau. On y discerne un net déplacement des priorités à partir de celles du début. À ce niveau, le contenu scientifique est surtout enseigné pour lui-même, même si l'accent est mis également sur la démarche scientifique, et que les objectifs concernant la science et la société sont présents dans tous les documents. Les attitudes reliées à la science n'y ont pas une importance aussi grande qu'au primaire, bien qu'elles figurent dans neuf directives. Enfin, les applications de la science apparaissent dans un certain nombre d'objectifs du 1er cycle du secondaire. Il est évident qu'à ce niveau, les programmes visent la réalisation d'une variété encore plus grande d'objectifs que ceux prévus au primaire, et que dans les différents ministères, on semble d'accord sur ce que ces objectifs devraient être.

2e cycle du secondaire

La biologie, la chimie et la physique étant enseignées dans toutes les provinces au 2e cycle du secondaire, nous avons décidé d'analyser seulement les directives correspondant à ces cours. Le lecteur pourra consulter la statistique des inscriptions pour vérifier dans quelle mesure ces cours réflètent la science étudiée par la majorité des étudiants à ce niveau. L'expérience nous indique cependant que ce sont là les grandes options pour la plupart des élèves canadiens. Les tableaux V.4, V.5 et V.6 font voir, respectivement, les résultats de l'analyse des directives touchant la biologie, la chimie et la physique. On constate immédiatement deux

Tableau V.4 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (biologie)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b,e]	Sask.[c,e]	Alb.[e]	C.-B.[c]	T.N.-O.[d]	T.Y.[d,f]
Année de la directive	1982		1978	1980	1972	1971		1981	1971	1977	1974		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées	x		x	x	x	x		x	x	x			
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x		x			x		x		x			
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x	x	x		x		x			
Croissance personnelle			x	x	x			x					
Attitudes reliées à la science			x	x	x								
Sciences appliquées et technologie	x		x	x									
Orientation professionnelle			x										

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les objectifs ne sont pas consignés explicitement dans la directive.
[d] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[e] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[f] D'autres objectifs (catégories 5, 6 et 7) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

Tableau V.5 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (chimie)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.[e]	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b]	Sask.[c]	Alb.[f]	C.-B.[c]	T.N.-O.[d]	T.Y.[d]
Année de la directive	1982		1977	1979	1980	1976		1981	1976	1977	1978		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées			x		x	x							
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x				x	x		x					
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x				x	x		x	x	x			
Croissance personnelle	x		x		x	x		x	x	x			
Attitudes reliées à la science													
Sciences appliquées et technologie			x		x	x							
Orientation professionnelle	x		x		x	x		x	x	x			

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les objectifs ne sont pas consignés explicitement dans la directive.
[d] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[e] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[f] D'autres objectifs (catégories 5 et 6) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

Tableau V.6 – Objectifs de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire (physique)

Province/territoire	T.-N.	Î.P.-É.[a]	N.-É.[d]	N.-B.[a]	N.-B.[f]	Qué.	Ont.[a]	Man.[b]	Sask.	Alb.[e]	C.-B.	T.N.-O.[c]	T.Y.[c]
Année de la directive	1982		1977	1979	1974	1980		1981	1976	1977	1981		
Contenu scientifique	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Démarche scientifique et habiletés reliées	x		x	x	x	x		x	x	x	x		
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x			x		x		x	x	x	x		
Nature de la science (incluant l'histoire des sciences et des techniques)	x			x		x		x	x	x	x		
Croissance personnelle													
Attitudes reliées à la science	x		x		x			x	x	x	x		
Sciences appliquées et technologie	x		x		x			x	x		x		
Orientation professionnelle									x		x		

[a] Directives en voie de révision; aucune analyse possible
[b] Programme-pilote
[c] Les T.N.-O. appliquent le programme de l'Alberta; le Yukon, celui de la C.-B.
[d] On met l'accent sur les sciences comme fondement d'études plus poussées.
[e] D'autres objectifs (catégories 5 et 7) sont précisés dans une vue d'ensemble des objectifs de la science au 2e cycle du secondaire.

caractéristiques : d'abord, le degré d'accord sur les objectifs est moindre au niveau secondaire, et ensuite la variété d'objectifs à ce niveau est beaucoup plus grande que pour chacun des deux autres niveaux. Le souci de faire connaître la nature de la science et ses applications y est davantage présent. Par conséquent, on insiste moins sur les objectifs reliés à la « croissance personnelle » et au développement des attitudes. L'insertion des objectifs « science et société » semble avoir un lien avec la date d'élaboration des lignes directrices; ces objectifs figurent plus souvent dans les documents de publication plus récente.

Les résultats de cette analyse inspirent un certain nombre de questions mais, comme plusieurs de celles-ci visent les objectifs eux-mêmes et les stratégies recommandées pour les atteindre, elles ne feront l'objet d'une discussion qu'après l'examen des directives ministérielles touchant les manuels et les stratégies d'enseignement.

Les stratégies d'enseignement des sciences

L'atteinte d'une variété d'objectifs éducationnels implique l'existence d'une variété correspondante de stratégies d'enseignement[16]. Il importait donc aux fins de l'étude d'examiner toute information contenue dans les directives des programmes qui traitait des stratégies pour atteindre les objectifs fixés. De façon générale, il y a peu de prescriptions à cet égard à l'intention des enseignants, et celles qui y figurent sont examinées brièvement ci-dessous.

Le principal moyen adopté par tous les ministères pour contrôler ou orienter les stratégies d'enseignement est la prescription, l'agrément ou l'approbation des manuels destinés aux élèves. Le degré de prescription varie d'une province à l'autre. Certaines provinces (par exemple la Colombie-Britannique) imposent une gamme très limitée d'ouvrages à chaque niveau. D'autres (par exemple l'Ontario et le Québec) autorisent une très large sélection d'où les écoles ou les enseignants peuvent faire leur choix. Ailleurs, les directives mentionnent de deux à six ouvrages que les écoles ou les enseignants peuvent choisir pour un cours donné. Dans le cas de certaines provinces, on peut utiliser d'autres ouvrages (non répertoriés), encore que ces manuels peuvent coûter plus cher lorsque les ouvrages répertoriés sont offerts par le ministère à un prix spécial. L'annexe B énumère 174 manuels répertoriés par les ministères de l'Éducation (à partir des documents les plus récents dont on dispose). Cette énumération ne comprend que les manuels destinés aux élèves et couvrant la totalité ou une grande partie d'un cours (c'est-à-dire non les trousses d'équipement, le matériel audio-visuel ou les ouvrages thématiques). Cette énumération n'est pas nécessairement le reflet de tous les ouvrages utilisés dans les écoles du Canada. Dans certaines écoles, des manuels anciennement répertoriés mais maintenant abandonnés officiellement sont quand même encore utilisés. De plus, dans certaines provinces, les écoles ont le droit d'utiliser des manuels qui ne sont pas approuvés par le ministère. Des observations de portée générale suivent quant au choix de manuels

dont l'utilisation est approuvée pour chaque niveau. (Pour un examen détaillé de manuels particuliers, de leur utilisation et de leur contenu, consulter la partie III).

Primaire

À ce niveau, presque aucune stratégie d'enseignement n'est prescrite dans les directives ministérielles, sauf pour ce qui est des recommandations d'ordre général indiquant que le programme devrait être fondé sur une « approche active » ou que les enseignants devraient recourir à « une stratégie d'investigation ». En Alberta, cette dernière expression est définie en termes du développement d'une « démarche scientifique » et de sa mise en pratique par les élèves. Ailleurs, l'expression est souvent employée sans autre explication. Dans la plupart des programmes, le contenu est divisé en petites unités et, à l'occasion, on propose des activités pour l'enseignement de ce contenu. Il est à noter que les stratégies d'enseignement ne font référence à aucun objectif particulier. Il faut en conclure que les décisions dans ce domaine sont principalement du ressort de l'enseignant.

Au total, 36 manuels sont répertoriés pour servir au niveau primaire à travers le Canada, dont 20 figurent dans plus d'un répertoire provincial (voir l'annexe B pour de plus amples détails). L'utilisation réelle des manuels peut différer sensiblement de celle qui transparaît dans les énumérations des ministères. L'information recueillie à ce sujet dans l'enquête faite auprès des enseignants paraît à la partie III. Dans cette partie figure également un examen des objectifs et des caractéristiques des manuels identifiés comme étant les plus fréquemment utilisés au Canada.

1er cycle du secondaire

Tout comme au primaire, les directives des ministères prescrivent peu de stratégies d'enseignement, laissant ces décisions à l'enseignant. Là encore, plusieurs directives mettent l'accent sur une « approche active ». Pour tout le pays, on a répertorié environ 53 manuels, dont 21 figurent dans plus d'un répertoire et seulement 9 dans plus de deux. Il a donc été difficile d'établir une énumération complète et représentative. (Voir l'énumération complète qui figure à l'annexe B et consulter les documents officiels de chaque province pour y trouver les répertoires individuels).

2e cycle du secondaire

L'énumération des matières et des manuels prescrits représente ici la norme. En biologie, 23 ouvrages sont répertoriés, dont 13 figurent plus d'une fois; en chimie, 29 sont répertoriés, dont 16 plus d'une fois; et en physique, 32 sont répertoriés, dont 10 plus d'une fois. (Voir l'énumération détaillée de ces manuels à l'annexe B.)

Conclusions : Questions pour la recherche et la délibération

L'analyse des documents officiels des ministères a inspiré une série de questions présentant de l'importance pour l'objet général de l'étude qui vise à stimuler les débats sur les orientations futures de l'enseignement des sciences. À ce point-ci, il n'est pas question de répondre de façon définitive à ces questions, entre autres parce qu'il se peut qu'il faille poursuivre notre recherche. De plus, nombre de ces questions comportent des jugements de valeur exigeant une prise de position plutôt qu'une réponse exacte. Il faut donc y répondre par voie de débat dans chaque province.

Ces questions ont été réparties en trois groupes : les deux premières questions traitent de l'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles, les questions 3, 4, 5 et 6 visent des objectifs précis de l'enseignement des sciences, et la dernière porte sur les thèmes de l'étude du Conseil des sciences par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences.

L'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles

1. Le nombre, la variété et l'équilibre des objectifs de l'enseignement des sciences : Combien d'objectifs différents peut-on escompter de façon réaliste d'un programme de sciences? Au cours de notre examen d'un certain nombre de documents provinciaux, cette question revenait souvent à notre esprit. Certains documents précisent jusqu'à 10 objectifs différents pour un programme de sciences. Les directives pour les 1er et 2e cycles du secondaire proposent dans bien des cas une large gamme d'objectifs (voir tableaux V.3 – V.6, pp. 68 – 72). Un programme peut-il permettre aux élèves d'atteindre de nombreux objectifs ou est-ce simplement réaliste que de s'attendre à ce qu'ils en atteignent à fond quelques-uns seulement? Une autre façon d'évoquer le problème consiste à faire remarquer qu'aucun document officiel n'a établi un ordre de priorité quelconque des objectifs. Peut-on alors supposer que tous les objectifs mentionnés sont d'égale importance? Dans la négative, quel est l'équilibre qui convient à des objectifs aussi nombreux et variés? Ce sont là des questions qui exigent une solution plus précise que celle que l'on trouve dans la plupart des directives ministérielles.

Le problème revêt une importance particulière d'ordre pratique lorsque l'on se demande si les ressources pédagogiques peuvent permettre d'atteindre les objectifs nombreux et variés de l'enseignement des sciences*. En d'autre mots, est-ce que la gamme des manuels répertoriés par les ministères peut permettre d'atteindre les différents objectifs prescrits – distincts des éléments de contenu – par les directives? Quelles autres dispositions les écoles et les enseignants devraient-ils prendre pour s'assurer qu'il existe des possibilités d'atteindre cette large gamme d'objectifs?

* Voir les objectifs de manuels spécifiques les plus souvent utilisés à la partie III.

Une façon d'aborder ces questions difficiles consiste à se demander : « Quelle différence réelle cela ferait-il dans l'enseignement quotidien des sciences si chacun des objectifs ministériels était abandonné l'un après l'autre? » Si, dans n'importe quelle circonstance, on peut répondre en toute honnêteté qu'il n'en résulterait aucune différence, on peut de fait s'interroger sur le rôle véritable de cet objectif particulier. Insérer un objectif dans une directive aux fins du discours – parce que, comme il en est de la vertu, on ne saurait s'y opposer – c'est non seulement jeter inutilement de la poudre aux yeux, mais aussi diluer et brouiller ce qui pourrait se révéler une orientation précise pour les professeurs de sciences. Cette considération s'applique aussi à un autre genre de situation. Dans certaines directives, un ensemble impressionnant d'objectifs généraux pour un programme est suivi de groupes d'objectifs de cours qui, même dans l'ensemble, n'équivalent pas aux objectifs généraux. Ainsi que nous l'avons déjà signalé, l'objet ou les finalités d'un programme de sciences peuvent revêtir une grande importance pour les élèves. S'il y a trop d'objectifs différents, s'ils sont vagues ou mal formulés ou encore si les objectifs précisés ne sont pas perçus par les enseignants comme réalisables, alors il est fort probable qu'on les ignore. Les ministères de l'Éducation auront alors peu de contrôle sur l'orientation donnée à leurs programmes.

2. *La relation de la science avec les autres matières* : Un certain nombre de directives pour l'enseignement primaire se réfèrent à la nécessité de relier les sciences générales aux sciences sociales. L'insertion des études de l'environnement à ce niveau présente une excellente occasion de le faire. Au 1er cycle du secondaire, dans les provinces de l'Atlantique et en Ontario, les sciences sont intégrées à d'autres matières, alors que dans les provinces de l'Ouest, les sciences de la vie, les sciences de la terre et les sciences physiques sont offertes à des années distinctes. Ces deux exemples mis à part, il n'est à peu près jamais question, dans les directives, de la relation des sciences avec d'autres matières figurant au programme d'études. Il reste à savoir comment l'enseignement des sciences est censé se rattacher à l'enseignement des sciences sociales (particulièrement aux niveaux supérieurs des écoles), à l'enseignement des mathématiques et à celui des matières dites techniques (ou technologiques). Ce sont des questions qu'il faut résoudre dans la pratique et pour lesquelles il semble y avoir pour l'instant peu d'indications au niveau ministériel.

Les objectifs précis de l'enseignement des sciences

3. *Apprentissage du contenu scientifique en tant qu'objectif* : Ce n'est peut-être pas étonnant d'apprendre que l'objectif le plus souvent rencontré dans les directives à tous les niveaux soit que les élèves apprennent quelque chose du contenu scientifique. Évidemment, dans un cours de science, il

faut un contenu scientifique. Dans bien des cas, toutefois, surtout au niveau primaire, on prétend que la fonction principale du contenu est de servir de moyen pour atteindre d'autres objectifs éducatifs. Reste que, comme peut le démontrer même un bref examen de nombreuses directives, l'ordonnancement détaillé du contenu scientifique à apprendre occupe dans bien des cas la quasi-totalité des documents. Les professeurs de sciences et instituteurs doivent se demander sérieusement et de façon critique quel est l'importance relative à accorder à l'étude du contenu et à d'autres objectifs. Cela revêt une dimension pratique dans le cours quotidien des choses alors que les enseignants et, de plus en plus, les ministères tentent aussi d'évaluer globalement les réalisations des élèves.

4. *La démarche scientifique* : Si apprendre un contenu scientifique est l'objectif que l'on rencontre le plus souvent, alors suit de près, au deuxième rang, le développement des « habiletés scientifiques ». Ainsi qu'il a déjà été signalé, il en existe plusieurs listes dans les diverses directives, mais on y donne rarement, sinon jamais, de conseils sur les habiletés qu'il est possible d'acquérir à un niveau donné. En conséquence, on retrouve des énumérations d'habiletés aussi nombreuses que variées telles que : « observer », « contrôler les variables » et « émettre des hypothèses », annexées aux directives pour les programmes à tous les niveaux et à diverses étapes du développement intellectuel des élèves. Il est évident que certaines habiletés ne peuvent pas s'acquérir au niveau primaire, alors que d'autres sont vraisemblablement dépassées au niveau du 2e cycle du secondaire. Cependant, il arrive rarement qu'une hiérarchie d'habiletés soit rattachée à différents niveaux de classe, d'âge ou de développement. L'établissement d'objectifs de façon vague représente un danger, en ce sens qu'on risque de s'attarder uniquement aux habiletés du plus bas niveau ou encore de négliger complètement les habiletés d'investigation du niveau le plus élevé. Il semble que la justification fournie pour l'insertion de cet objectif au 2e cycle du secondaire – que le développement de telles habiletés peut aider l'élève à résoudre des problèmes dans la vie en général – devrait être sérieusement remise en question. L'exposé à débattre de Marcel Risi[17] nous amène à douter de la valeur d'une telle affirmation.

5. *Les attitudes reliées à la science en tant qu'objectif* : Cette catégorie comporte deux genres différents d'attitudes : celles tenues pour caractéristiques des scientifiques et les attitudes à l'égard de la science, des scientifiques et de l'activité scientifique. On retrouve à tous les niveaux des objectifs visant au développement des deux genres d'attitudes, mais sans aucune indication sur la façon pour l'enseignant d'inspirer de telles attitudes. On a même donné à entendre[18] que développer une attitude à l'égard d'une chose suppose l'adoption d'une position de valeur pour cette chose-là et qu'amener de propos délibéré les élèves à adopter une position de valeur vis-à-vis de la science, par exemple, comporte inévitablement de l'endoctrinement de la part de l'enseignant. Et pour conclure l'argument, si le procédé ne peut pas être rationnel, alors il est contraire à

l'éthique d'y recourir dans le cadre de l'enseignement public. Le lecteur pourra douter de la justesse d'un tel raisonnement; cependant, on peut quand même se demander comment, dans les faits, il est possible d'atteindre de tels objectifs d'une manière justifiable.

6. Les objectifs concernant l'articulation science, société et technologie/ sciences appliquées : Plusieurs des critiques de l'enseignement des sciences ont déploré le peu d'attention accordée à l'interaction science et société. Aussi, dans les écoles, on constate par expérience que les directives ministérielles ont tendance à suivre plutôt qu'à entraîner les changements dans les programmes d'études. Cependant, les objectifs ayant trait à la compréhension de certains aspects de l'interaction science, technologie et société se manifestent plus souvent dans les directives des ministères. Comment peut-on expliquer ce paradoxe? Est-ce dire que les manuels présentent des lacunes dans ce domaine, que les enseignants ne considèrent pas ces objectifs comme importants ou que les critiques et les éducateurs se trompent?

Les thèmes de l'étude par rapport aux directives provinciales des programmes de sciences

7. Questions découlant des exposés à débattre et des ateliers de l'étude : Au cours de l'analyse, nous nous sommes demandé si les questions soulevées dans les exposés à débattre et leurs critiques implicites de l'enseignement des sciences (voir tableau II.1) seraient présentes dans les directives. Seulement à quelques reprises a-t-il été fait mention du contexte canadien dans l'enseignement des sciences. Les Territoires du Nord-Ouest, par exemple, offrent des programmes conçus pour aider les élèves à comprendre les sciences en fonction de l'environnement propre au Grand Nord; à l'Île-du-Prince-Édouard, le programme de sciences du 1er cycle du secondaire permet aux élèves d'acquérir une expérience semblable en agriculture. Aucune directive n'a fait référence aux procédés techniques; toutefois, certaines se rapportaient à la technologie et aux produits de la science appliquée. À aucun niveau n'est-il fait mention des besoins différents des filles et des garçons. Il semble donc, en général, que dans les directives des ministères, ces questions ne soient pas tenues pour importantes. Qu'elles le soient ou non, c'est évidemment un sujet à débattre dans chaque province.

D'autres questions, qui pourront être l'objet d'un débat, sont soulevées dans le rapport d'analyse des manuels à la troisième partie, dans l'enquête faite auprès des enseignants (volume II) et dans les études de cas (volume III). Cependant, si la recherche peut éclaircir les questions, les choix et les décisions doivent incomber à ceux qui, dans chaque province, ont la charge d'élaborer les directives. C'est leur tâche que le processus de délibération vise à faciliter.

Troisième partie

Analyse des manuels de science

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences

Les objectifs attribués à l'enseignement des sciences par les directives officielles s'articulent ou se heurtent à deux autres groupes d'intentions : celles des enseignants (qui seront présentées dans le volume II) et celles des manuels de sciences. Cette partie de l'étude s'intéresse donc à celles-ci et établit sommairement le degré de recoupement avec les deux autres groupes. Toutefois, un recensement, aussi complet soit-il, des intentions exprimées par les auteurs de manuels de sciences ne peut suffire pour évaluer l'effet de l'utilisation de ces manuels sur la pratique de l'enseignement. Comme les manuels de sciences constituent encore – et cela sera amplement demontré plus loin – l'une des principales façons de réaliser les objectifs des programmes d'études scientifiques, cette analyse examine les occasions que les manuels fournissent aux élèves pour y arriver. Enfin, à la lecture du présent rapport, on pourra aussi constater dans quelle mesure certaines critiques adressées à l'enseignement des sciences s'appliquent effectivement aux manuels de sciences.

Afin de mieux saisir l'importance des manuels comme outil didactique dans les cours de sciences, mais aussi comme enjeu économique, nous ferons précéder les considérations méthodologiques et les résultats de l'analyse de quelques remarques sur la place donnée aux manuels par les directives officielles, sur le rôle du manuel dans les cours de sciences et sur sa place sur le marché de l'édition scolaire.

Directives officielles

Malgré les divers bouleversements qu'a connus l'enseignement des sciences depuis une vingtaine d'années, le manuel a continué d'y jouer un rôle important. Sa fonction, toutefois, a évolué. Il n'y a pas si longtemps, le

manuel représentait non seulement l'unique ouvrage de référence à la disposition des élèves, mais aussi, à toutes fins pratiques, le programme en entier. Depuis le début des années 60, l'accent mis sur l'apprentissage de la méthode scientifique et le souci d'individualiser l'enseignement ont amené les autorités en matière d'éducation à recommander l'usage de plusieurs manuels : cet extrait d'un document officiel du ministère de l'Éducation de l'Ontario illustre cette tendance :

> « Il y a lieu de remarquer que l'on tend maintenant à ne plus utiliser un manuel scolaire unique comme objet principal d'enseignement à un niveau donné, mais plutôt une gamme de livres variés sur une matière définie. Les recherches pédagogiques ont confirmé que les élèves n'évoluent pas tous au même rythme et qu'ils ne sont pas tous aussi mûrs. Il faut fournir aux enseignants un nombre toujours plus grand de livres et de matériel didactique pour qu'ils puissent répondre aux besoins et aux aptitudes variés de leurs élèves.
>
> Les élèves, en outre, doivent avoir accès à une grande variété de documents imprimés afin d'apprendre à choisir ce qui leur convient le mieux. »[1]

Cependant, le ministère de l'Éducation du Québec a récemment entrepris une revue complète du rôle du manuel. Dans l'énoncé de politique et le plan d'action intitulé « L'école québécoise », on peut lire ceci, qui illustre bien l'évolution de certaines provinces vers le programme centré sur un manuel :

> « La situation actuelle incite le ministère à prendre d'importantes mesures pour redonner une place de premier plan au manuel de base dans les matériels d'enseignement et à en souligner la valeur en tant qu'instrument fondamental de l'enseignement. »[2]

Enfin, dans ses directives concernant les manuels, le ministère de l'Éducation de la Saskatchewan, après avoir décrit les avantages et les inconvénients du manuel unique, propose une formule de compromis :

> « Bien que l'option du manuel unique ne soit pas idéale, il semble qu'elle constitue un point de départ raisonnable. En faisant l'essai de divers manuels, les professeurs découvriront lesquels sont le plus utiles à leurs élèves et accumuleront, au fil des années, des exemplaires additionnels. De cette façon, il sera possible de passer graduellement à l'utilisation simultanée de plusieurs manuels. »[3]

Ainsi, quelle que soit leur position à propos du nombre de manuels à utiliser, les ministères et départements de l'Éducation s'accordent à reconnaître aux manuels de sciences un rôle important comme outil didactique.

Plusieurs facteurs déterminent si tel manuel de sciences aboutira en classe; le plus important est son approbation, son autorisation ou sa prescription par le ministère. Notons que cette formalité est indispensable, mais pas nécessairement suffisante. Car les organismes intermédiaires (conseils scolaires ou écoles) ont aussi leur mot à dire, et, pour eux, le prix de ce manuel pèse dans la balance. En dernière instance, le professeur fait généralement la sélection finale. Pour les fins de notre étude, nous

avons examiné la gamme considérable des manuels de sciences en usage dans les écoles canadiennes : l'annexe B recense 174 titres prescrits, approuvés ou autorisés par les ministères. Même s'il convient de réduire de quelques unités ce nombre, à cause de la présence des versions française et anglaise d'un même ouvrage, il n'en reste pas moins impressionnant. De plus, les résultats de notre enquête montrent que plus de 4 000 répondants utilisent environ 250 titres différents, dont certains n'apparaissent même pas dans les directives officielles.

Importance des manuels pour les enseignants

L'enquête auprès des enseignants s'est intéressée à trois questions concernant les manuels : leur utilisation effective en classe, leur utilité dans la préparation des cours, et quelle instance, selon les professeurs, devait prendre la responsabilité de la sélection des manuels. La formulation des questions et les résultats détaillés se retrouvent dans le volume II consacré aux données recueillies par l'enquête. Nous n'indiquerons ici que les grandes tendances qui se dégagent parmi les répondants.

En ce qui concerne l'utilisation des manuels par les élèves, la situation varie radicalement d'une province à l'autre. Par exemple, à l'échelle du pays, environ 6 instituteurs sur 10 disent que leurs élèves de l'élémentaire n'utilisent pas de manuel de sciences. Comme telle, cette information n'est pas très significative si l'on ne précise pas que cette proportion passe d'environ 3 % à Terre-Neuve à environ 90 % en Ontario. Au 1er et au 2e cycles du secondaire, les différences interprovinciales s'amenuisent. La proportion de professeurs de sciences dont les élèves utilisent un manuel de sciences passe d'environ 75 % au 1er cycle à 90 % au 2e cycle du secondaire.

Si un grand nombre d'élèves n'utilisent pas de manuels pendant l'enseignement des sciences, leurs instituteurs et professeurs par contre, s'en servent pour préparer leurs cours. En effet, l'enquête demandait aux enseignants d'évaluer l'utilité relative de 13 moyens didactiques pour la préparation de leurs cours de sciences. Les réponses des enseignants du niveau primaire diffèrent de celles de leurs collègues du secondaire. Une proportion de 80 % des premiers considèrent les moyens didactiques en provenance de la bibliothèque comme plutôt ou très utile. Par ailleurs, 65 % d'entre eux portent le même jugement sur les textes didactiques élaborés par leur école ou leur conseil scolaire. Enfin, 62 % s'accordent à trouver les manuels scolaires agréés au niveau provincial comme plutôt ou très utiles pour préparer leurs cours.

Au 1er cycle du secondaire, 77 % des professeurs de sciences trouvent les manuels scientifiques autres que ceux agréés plutôt ou très utiles; une proportion légèrement inférieure porte le même jugement sur les manuels agréés (73 %) et sur les moyens didactiques en provenance de la bibliothèque (70 %).

Au 2e cycle du secondaire, respectivement 83 % et 78 % des professeurs de sciences jugent les manuels autres que ceux qui sont agréés et les

manuels agréés plutôt ou très utiles à la préparation de leurs cours. Enfin, 70 % d'entre eux portent le même jugement sur les magazines, revues, bulletins, etc. traitant des sciences.

Pour une présentation détaillée des réponses à cette question, le lecteur est prié de consulter le volume II de l'étude. Nous avons présenté ici les moyens didactiques qui font l'objet d'un consensus parmi les professeurs, quant à leur utilité dans la préparation des cours. Il convient de noter que les manuels (agréés ou non) sont considérés comme un moyen utile pour préparer les cours de sciences, que l'accord général des enseignants à ce sujet croît du primaire au 2e cycle du secondaire, que les ressources didactiques en provenance de la bibliothèque voient leur utilité décroître du primaire à la fin du secondaire et que les manuels autres que les manuels agréés sont perçus comme plutôt ou très utiles pour la préparation des cours, et plus utiles que les manuels agréés.

L'enquête demandait aussi aux professeurs de sciences de choisir une instance, parmi six, qui serait responsable de la sélection des manuels. L'idée d'un comité d'enseignants exerçant, au sein des conseils scolaires, la responsabilité de la sélection des manuels recueille le plus grand appui (entre 44 % et 52 %) des professeurs des trois niveaux. Toutes les autres instances recueillent un appui inférieur à 14 %. La moitié des enseignants désirent donc la responsabilité du choix des manuels et souhaitent que cette responsabilité s'exerce au niveau du conseil scolaire. Encore une fois, le lecteur désirant plus de précisions est prié de consulter le volume II.

Jusqu'à présent, rien ne permet de se faire une idée de l'utilisation des manuels de sciences dans la pratique. Si les manuels sont vraiment utilisés, de quelles façons le sont-ils? Le lecteur trouvera dans le troisième volume de la présente étude, un début de réponse à cette question en consultant les études de cas entreprises à l'automne 1981 dans huit écoles canadiennes.

Manuels de sciences et satisfaction des enseignants

La section 3 du questionnaire destiné aux enseignants des niveaux primaire et secondaire invitait les répondants à nous dire si les élèves de la classe où les professeurs enseignaient le plus souvent, en 1981-1982, utilisaient un manuel de sciences. Sur les 4 206 répondants, 2 631 ont répondu affirmativement. Enfin, environ 1 297 enseignants ont évalué le manuel qu'ils utilisaient selon les dix critères suivants :

1. adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de leurs élèves;
2. rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de leur enseignement;
3. facilité de lecture par les élèves;
4. illustrations, photographies, etc.;
5. activités proposées;
6. exemples canadiens;
7. description des applications des sciences;

8. adaptation à l'élève peu doué;
9. adaptation à l'élève brillant;
10. renvois à d'autres ouvrages pertinents.

Les répondants devaient aussi donner leur impression générale sur le manuel utilisé. Nous renvoyons le lecteur à la partie de l'étude concernant l'enquête pour prendre connaissance des résultats détaillés de cette évaluation. Dans cette partie, nous examinerons plus en détail les résultats concernant un échantillon de 50 manuels (ou séries de manuels) qui, selon les données de l'enquête, sont les plus utilisés dans les écoles canadiennes. Ces résultats sont consignés sous forme de tableaux dans l'annexe C.

À la lecture de ces tableaux, le lecteur remarquera quelques tendances importantes. D'abord, on constate que la satisfaction générale des enseignants vis-à-vis de leurs manuels est assez grande. En effet, 36 manuels sur 50 font une impression générale plutôt ou très satisfaisante à au moins deux tiers de leurs utilisateurs. C'est le cas de tous les manuels de physique et de presque tous les manuels de biologie et de chimie du 2e cycle du secondaire. Par ailleurs, il n'existe que très peu de manuels dont les professeurs sont franchement insatisfaits (trois dans notre échantillon, dont deux n'ont été évalués que par cinq ou six répondants). Le reste des manuels (11 sur 50) bénéficie d'une impression générale neutre ou légèrement favorable. Il est à noter que tous les manuels en français sauf deux appartiennent à cette dernière catégorie. Toutefois, compte tenu du petit nombre de répondants ayant évalué ces manuels, il est risqué de tirer des conclusions hâtives de cette information.

On remarque aussi, à une exception près, que les manuels les plus utilisés sont généralement considérés comme ceux faisant la meilleure impression générale. À première vue, il ne semble donc pas qu'on forcerait souvent les enseignants à utiliser des manuels dont ils ne sont pas satisfaits.

Le lecteur remarquera que, dans l'annexe C, les caractéristiques des manuels faisant l'objet de l'évaluation sont classées par ordre d'adéquation, ce qui permet de déterminer assez rapidement quelles caractéristiques suscitent le plus de satisfaction ou d'insatisfaction chez le plus grand nombre de répondants. Par exemple, les illustrations représentent la caractéristique la plus satisfaisante de presque tous les manuels de biologie du primaire et du 1er cycle du secondaire. À l'autre extrême, et pour ces mêmes manuels, c'est l'adaptation à l'élève peu doué qui constitue la caractéristique la moins satisfaisante (en dernière position 10 fois sur 13). Soit dit en passant, cette caractéristique particulière est considérée comme insatisfaisante par presque tous les utilisateurs de manuels. Elle arrive en 10e position (caractéristique la moins satisfaisante de toutes) dans 24 manuels, et en 9e position dans 18 autres. Les enseignants nous disent donc que leurs manuels leur sont de peu d'utilité lorsqu'il s'agit d'aider un élève qui éprouve des difficultés.

Comme notre étude s'intéresse particulièrement aux objectifs de l'enseignement des sciences, une caractéristique prend ici une importance

particulière : le rapport entre les objectifs d'un manuel et les priorités de l'enseignement du professeur qui l'utilise. Nous constatons que, pour 28 manuels sur 50, au moins trois enseignants sur quatre estiment que le rapport entre leurs priorités et les objectifs de leur manuel est plutôt ou très satisfaisant. Selon notre enquête, ces 28 manuels sont utilisés par 1 300 répondants sur un total d'environ 1 700, soit 75 % des répondants. Ce sont donc des manuels largement utilisés. Ici aussi, très peu de manuels (quatre) présentent un rapport entre leurs objectifs et les priorités des professeurs qui soit évalué comme insatisfaisant. Comme le nombre de répondants ayant évalué ces manuels particuliers varie de cinq à sept, nous ne tirons aucune conclusion. Nous constatons enfin que très peu de manuels présentent un rapport entre leurs objectifs et les priorités des professeurs qui soit perçu comme la caractéristique la plus satisfaisante.

En ce qui concerne la facilité de lecture, il semble que les efforts déployés ces dernières années pour augmenter la lisibilité des manuels de sciences aient connu quelque succès. Cette caractéristique n'est considérée comme insatisfaisante que dans neuf manuels par au moins 50 % des utilisateurs. D'après les renseignements en provenance des répondants, il s'agit principalement des premières versions des programmes *CHEMStudy* (deux tomes), *PSSC* (un tome et sa traduction), et *ISP* (traduction). Selon les répondants francophones, la version française de *STEM*, *Les chemins de la science*, est moins lisible que l'original. Il se produit le même phénomène pour *La chimie : expériences et principes* et son original. Il est raisonnable de penser que la clarté de l'original anglais est difficile à conserver dans la traduction. Cependant, est-ce le seul facteur qui explique une telle différence? Nous ne pouvons nous prononcer pour l'instant.

Les professeurs ont aussi évalué les activités proposées par les manuels de sciences. Les activités contenues dans 8 manuels sur 50 sont considérées comme plutôt ou très satisfaisantes par 80 % ou plus de leurs utilisateurs. Néanmoins, ces activités ne sont pratiquement jamais la première source de satisfaction.

À l'autre extrême, les activités proposées par 9 manuels sur 50 sont considérées comme peu satisfaisantes ou pas satisfaisantes du tout par au moins 60 % de leurs utilisateurs. Curieusement, on retrouve dans ce groupe 7 manuels de biologie sur 15. En consultant l'annexe C, le lecteur pourra examiner plus en détail les opinions des professeurs au sujet de ces activités.

La lecture des résultats concernant la caractéristique « exemples canadiens » a causé quelques surprises, dont celle de constater que deux manuels ne présentant pas de contexte canadien étaient quand même considérés comme satisfaisants sous cet aspect. Peut-être que les professeurs n'accordent pas d'importance au contexte canadien; si cela était le cas, ils jugeraient satisfaisants les manuels n'en présentant que peu ou pas du tout. Cependant, même si les professeurs ne considèrent pas la prise de conscience de l'activité scientifique au Canada comme un objectif très important, l'absence d'exemples canadiens dans les manuels semble les gêner. Pour la moitié des manuels de l'échantillon, cette caractéristique

occupe la 10e place (caractéristique la moins satisfaisante) ou la 9e. On remarquera aussi que parmi les manuels analysés, ceux qui présentent un contexte canadien sont perçus comme satisfaisants à cet égard. C'est le cas de *Understanding Living Things* et *ALCHEM*, dont les exemples canadiens représentent la première source de satisfaction pour les utilisateurs.

En examinant les résultats de la caractéristique « description des applications des sciences », le lecteur constatera que le degré de satisfaction à son sujet varie sans jamais vraiment atteindre de sommet, sauf en de rares occasions. Dans l'ensemble, les manuels de sciences du 2e cycle du secondaire ne sont pas perçus comme satisfaisants à cet égard.

Nous avons souligné, au début de cette partie, l'insatisfaction des professeurs envers l'adaptation des manuels aux élèves peu doués. On remarque que, de façon générale, la plupart des manuels sont bien adaptés aux élèves brillants et ce, surtout au 2e cycle du secondaire où cette caractéristique est citée comme première source de satisfaction de 13 manuels sur 26. On constate que souvent un manuel satisfaisant pour les élèves brillants est perçu comme insatisfaisant pour les élèves peu doués. Très peu de manuels sont perçus comme assez satisfaisants pour ces deux catégories d'élèves : c'est le cas de *Fundamentals of Physics* et, dans une moindre mesure, de *STEM* et *ALCHEM*. Enfin, plus de 50 % de répondants ont jugé que quatre manuels était insatisfaisants pour les élèves brillants. Ces manuels sont-ils au moins satisfaisants pour les élèves moins doués? La réponse est non pour deux de ces manuels et oui pour deux autres. Comme le nombre de répondants est faible dans trois cas sur quatre, il est difficile, encore une fois, de conclure. Néanmoins, il ressort de l'évaluation de ces caractéristiques que, dans l'ensemble, les manuels de sciences en usage au Canada sont perçus par les professeurs comme beaucoup plus satisfaisants vis-à-vis des élèves brillants que vis-à-vis des élèves moins doués.

Une autre caractéristique évaluée par les répondants à l'enquête est le nombre de renvois à des ouvrages pertinents. Comme nous ne précisions pas pour qui ces renvois devaient être pertinents (élèves ou professeur), l'évaluation doit être prise dans un sens très large. Le taux de satisfaction vis-à-vis de cette caractéristique égale ou dépasse 50 % pour 24 des 50 manuels. Les manuels de biologie du 2e cycle du secondaire sont considérés comme les plus satisfaisants à cet égard. Notons enfin que ces renvois pertinents ne se trouvent pas nécessairement dans le manuel destiné à l'élève. Un manuel de chimie, par exemple, *Foundations of Chemistry*, présente un taux de satisfaction de 73 % à propos des renvois pertinents. Toutefois, le livre de l'élève n'en comprenant aucun, il faut supposer que l'évaluation porte sur le livre du maître.

Enfin, la dernière caractéristique sur laquelle les répondants se sont prononcés est l'adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle des élèves. Selon les professeurs, la grande majorité des manuels sont satisfaisants à cet égard : 39 des 50 manuels sont considérés comme

plutôt ou très satisfaisants par au moins deux tiers de leurs utilisateurs. Plus précisément, c'est en particulier le cas de la presque totalité des manuels destinés au 2e cycle du secondaire.

En conclusion de cette partie, il ressort que les professeurs sont généralement satisfaits de leurs manuels; ils les trouvent bien illustrés, faciles à lire et généralement adaptés à la maturité intellectuelle de leurs élèves. Manifestement, les professeurs estiment que les manuels offrent peu aux élèves les moins doués, alors que les élèves brillants y trouvent leur compte. Mais est-il vraiment possible de concevoir un manuel qui satisfasse également les deux clientèles? Beaucoup de manuels ne présentent pas d'exemples canadiens ou de description des applications des sciences, et ces deux lacunes causent une certaine insatisfaction chez les professeurs. Enfin, les enseignants estiment satisfaisant le rapport entre leurs propres priorités et les objectifs des manuels de sciences. Considérant qu'ailleurs dans le questionnaire les enseignants identifient les manuels de sciences comme étant des outils très importants dans la préparation de leurs cours, cela ne surprendra pas trop. Pour plus de détails, nous invitons le lecteur à consulter l'annexe C, où sont consignés les résultats de l'évaluation des manuels de sciences par les enseignants.

Le marché du manuel de sciences

L'étude du Conseil des sciences ne s'est pas penchée sur les problèmes de l'édition des manuels scientifiques destinés aux écoles primaires et secondaires du Canada. Peu d'études ont été consacrées à ce sujet. Des données datant de 1976 et concernant la place occupée par les manuels scientifiques dans l'édition scolaire sont résumées dans le tableau VI.1 .

Tableau VI.1 – Exemplaires de manuels scolaires scientifiques vendus, 1976

Niveau scolaire	Exemplaires vendus		Ventes nettes	
	Anglais	Français	Anglais	Français
			$	$
Primaire	81 913	43 134	370 749	192 407
Secondaire 1er cycle	75 774	15 712	374 916	108 586
Secondaire 2e cycle	172 670	26 015	772 048	153 492

Source : Statistique Canada, *Édition du livre : le manuel scolaire, 1976*, n° de cat. : 87-603, Statistique Canada, octobre 1979.

De la maternelle à la 13e année, les ventes nettes de manuels scientifiques pour l'année 1976 s'élevaient à 1 972 198 $. Cette même année, les ventes nettes de manuels scolaires destinés aux mêmes niveaux atteignaient 41 962 525 $. Les manuels scientifiques occupaient donc 4,7 % de ce marché de l'édition. En termes d'exemplaires vendus, les 415 218 manuels scientifiques représentaient 3,6 % du total de 11 630 244 manuels. On peut s'interroger devant la présence d'une si grande variété de titres (comme nous le soulignions plus haut) dans un marché si étroit. Les données concernant les manuels scolaires fournies par Statistique Canada montrent

des fluctuations considérables dans le volume des ventes d'une année à l'autre. Il est donc difficile d'y déceler une tendance à la hausse ou à la baisse. Cela revêt une certaine importance, car il est raisonnable de penser qu'un fléchissement continu des ventes signifierait la généralisation de l'usage de manuels usés ou périmés dans les classes. C'est cette question qui a amené la Fédération des enseignants de l'Ontario à collaborer avec le « School Group » du *Canadian Book Publishers' Council* pour commanditer une enquête sur les manuels scolaires en Ontario. Dans son rapport final, Doris Ryan fait les observations suivantes :

- environ deux cinquièmes des manuels que les professeurs utilisent en classe ont été publiés avant 1975. Un peu plus d'un cinquième de ces manuels ont été publiés il y a douze ans et plus;
- 40 % des professeurs participant à l'enquête utilisent des manuels périmés;
- les manuels périmés sont le plus souvent utilisés par les professeurs d'histoire, de géographie, de sciences et d'anglais.[4]

Notre enquête montre aussi qu'un nombre appréciable de manuels de sciences couramment utilisés dans les classes ont pris de l'âge. Ceci n'a guère d'importance en ce qui concerne la qualité du contenu scientifique qui, nous le verrons plus tard, est largement standardisé; par contre, c'est généralement dans les manuels récents (publiés après 1975) qu'apparaissent de nouvelles caractéristiques telles que le souci d'éviter certains stéréotypes, l'apparition d'un contexte canadien, la perspective sociale rattachée à l'activité scientifique et technique et l'introduction de contenus scientifiques originaux. Une attention certaine doit donc être accordée au vieillissement des manuels dans le choix de nouvelles orientations pour l'enseignement des sciences.

VII. Analyse descriptive : buts et méthodologie

Parce qu'elle s'inscrit dans la stratégie de l'investigation dialoguée, l'analyse des manuels doit fournir une base de données afin d'alimenter les délibérations sur l'orientation de l'enseignement des sciences. Il ne sera donc pas question ici de l'évaluation des manuels de sciences, mais bien d'une description de certaines de leurs caractéristiques pertinentes. Dans un premier temps, nous examinerons les caractéristiques générales des manuels de sciences. Ensuite, nous en sélectionnerons certaines en prenant pour critère les buts de l'étude en général et ceux de l'analyse des manuels en particulier.

Quelques caractéristiques des manuels de sciences

Les manuels de sciences peuvent être examinés sous cinq aspects : leur caractère d'objet matériel, l'information scientifique qu'ils véhiculent, la structure de cette information, le contexte de leur contenu scientifique et la pédagogie qu'ils proposent.

Le manuel comme objet matériel

Le manuel présente toutes les caractéristiques d'un ouvrage imprimé : on peut évaluer sa qualité matérielle à partir de critères tels que la mise en page, la présence d'illustrations, l'usage de la couleur, la lisibilité typographique, la lisibilité linguistique, etc. Le critère du prix, celui de la disponibilité et celui du pays d'origine peuvent aussi influencer le choix d'un manuel. Enfin, comme tout objet matériel, celui-ci peut provoquer divers sentiments chez l'utilisateur. La sécurité qu'éprouvent certains parents, enseignants ou élèves, lorsqu'il est présent en classe, en constitue un exemple.[1]

Le contenu scientifique

Ce contenu se compose de l'ensemble des faits, lois et théories qui constituent ce qu'on peut appeler le discours de la science. En voici quelques exemples pris au hasard dans un échantillon de manuels :

> « Un travail se produit lorsqu'une force est appliquée à un corps et fait déplacer ce corps dans la direction du mouvement de la force. »
>
> « Le mutualisme est l'association de deux espèces dans laquelle chacune des espèces impliquées en tire un bénéfice. »
>
> « $A + B \xrightarrow{AB} AB$ et $[AB] = k \times [A] \times [B]$. »
>
> « L'énoncé affirmant que toute matière est constituée d'atomes s'appelle théorie atomique. »

La structure du contenu

L'examen de la table des matières des manuels de chimie, par exemple, montre que les auteurs diffèrent d'opinion quant au choix et à la séquence des concepts introduits dans le cours. Le tableau VII.1 (p. 92) compare deux tables des matières de manuels de chimie recommandés pour le même niveau dans une même province.

Non seulement existe-t-il des différences dans la séquence selon laquelle les concepts sont présentés, mais les auteurs diffèrent aussi d'avis sur la façon d'introduire un concept. Le tableau VII.2 (p. 93) montre deux façons d'introduire le concept d'oxydo-réduction.

Manifestement, l'intention est la même : amener les élèves à prédire une réaction rédox et à équilibrer convenablement les équations d'oxydo-réduction. Cependant, le manuel C préfère partir du phénomène de la combustion (oxydation comme combinaison avec l'oxygène) tandis que le manuel A adopte le transfert électronique comme fil conducteur du chapitre (si le lecteur nous permet ce rapprochement!).

Les auteurs peuvent utiliser un ou plusieurs critères pour structurer le contenu. En voici quelques-uns :

- le respect de l'ordre historique d'apparition des connaissances;
- le respect de l'ordre logique dans la restructuration contemporaine d'une discipline;
- le respect d'un modèle hiérarchisé d'apprentissage;
- le respect du stade psychogénétique de l'élève et de ses représentations préscientifiques;
- le souci de présenter l'activité scientifique selon diverses perspectives (culturelle, sociale, technologique, etc.);
- le but du cours (formation aux études supérieures ou formation générale);
- la force de l'habitude (standardisation des manuels).

Le contexte du contenu scientifique

Les auteurs disposent d'une grande latitude pour choisir le contexte dans lequel le contenu scientifique est présenté. On peut rapidement définir ce

Tableau VII.1 – Comparaison des tables des matières de deux manuels de chimie

Manuel A[a]	Manuel B[b]
1. La chimie : science expérimentale	1. Initiation à la méthode expérimentale
2. La théorie de l'atome	2. Les mélanges, les composés et les éléments
3. Principes des réactions chimiques	3. Les éléments, métaux et non-métaux
4. L'état gazeux	4. Les comportements de la matière
5. Les liquides et les solides : suite de la théorie cinétique	5. L'atome
6. Solutions, solubilité, ions	6. L'univers des électrons
7. Classification des atomes	7. La classification périodique des éléments
8. La structure de l'atome	8. Les solides
9. Modèles de structure atomique	9. Le comportement physique des gaz
10. Liaisons chimiques	10. Les réactions chimiques et les relations molaires
11. Effets énergétiques des réactions chimiques	11. La phase liquide et les solutions
12. Vitesse des réactions chimiques	12. L'aspect thermique des réactions chimiques
13. Équilibre des réactions chimiques	13. Vitesse de réaction
14. Solutions aqueuses d'acides et de bases	14. L'état d'équilibre
15. L'oxydation et la réduction	15. La solubilité, un cas d'équilibre
16. Structure de la molécule	16. Les acides et les bases de cas d'équilibre
17. Les liaisons chimiques dans les gaz, les liquides et les solides	17. L'oxydo-réduction, un cas d'équilibre
18. La chimie des composés du carbone	18. Chimie, environnement et pollution
19. Les halogènes	
20. Éléments de transition de la quatrième période	
21. Radioactivité et transformations nucléaires	

[a] O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel inc., Montréal, 1974.
[b] René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976.

contexte par l'ensemble de toutes les informations qui ne font pas partie du contenu scientifique tel que décrit plus haut. Pour les fins de cette étude, nous identifierons quatre composantes de ce contexte.

1. Les messages sur la science : Les auteurs possèdent leurs propres conceptions de la nature de la science, que nous appellerons : le discours *sur* la science. Celui-ci est fondé, inconsciemment ou non, sur une ou plusieurs perspectives philosophiques. En voici quelques exemples :

> « Une théorie sert dans la mesure où elle reste conforme aux faits connus de la nature. Une théorie demeure aussi longtemps qu'elle aide à systématiser la connaissance. On est sûr qu'un jour un certain nombre de vues scientifiques actuelles paraîtront aussi stupides que l'énoncé de l'enfant : "les objets cylindriques brûlent". »[2]
>
> « Que pouvons-nous faire en attendant que la science et la technologie découvrent les nouvelles sources d'énergie dont nous avons tellement besoin? »[3]
>
> « Une caractéristique des chercheurs d'aujourd'hui est qu'ils s'imposent

Tableau VII.2 - Deux façons d'introduire le concept d'oxydo-réduction

Manuel C[a]	Manuel A[b]
1. Nature de la combustion	1. La chimie des piles électrochimiques
2. Oxydation	2. Réactions d'oxydo-rédaction dans un bécher
3. Caractéristiques de l'oxygène	3. La course aux électrons
4. Activité de l'oxygène	4. Volts, ampères et coulombs
5. Conditions de combustion	5. La tension d'une pile électrochimique et la tendance à libérer des électrons
6. Agents oxydants	6. Prévision des réactions rédox
7. Réduction et agents réducteurs	7. Accumulateurs et piles électrochimiques
8. Électrons et oxydation	8. Corrosion du fer, réaction rédox indésirable
9. Électrochimie	9. Processus électrolytique
10. Courant électrique et potentiel	10. Relations quantitatives en électrolyse
11. Utilisation des potentiels d'électrodes	11. Équilibrage des équations d'oxydo-réduction
12. Prédiction des tensions des piles électrochimiques	12. Degrés d'oxydation
13. Prédiction des réactions entre agents oxydants et agents réducteurs	13. Révision
14. Équilibrage des réactions d'oxydo-réduction	
15. Degrés d'oxydation	
16. Historique	
17. Équilibre des réactions d'oxydo-réduction par la méthode des degrés d'oxydation	

[a] A. Mason Turner et coll., *Inquiries in Chemistry*, Allyn and Bacon Canada Ltd., 1977 (notre traduction).

[b] O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel inc., Montréal, 1974.

le devoir de publier leurs résultats mondialement par le truchement de revues spécialisées et de congrès afin que leurs collègues puissent en discuter et en profiter dans le but de hâter les découvertes. »[4]

2. *La composante physique* : Cette composante représente le cadre physique (ou l'absence de cadre) dans lequel l'auteur choisit de situer le contenu. L'exemple suivant montre comment une information scientifique peut être communiquée sans cadre défini :

> « *Effet du pH* : Toutes les enzymes sont influencées dans leur action par le pH de la solution où elles opèrent. Il existe pour chaque enzyme un *pH optimal* où le taux de réaction est à son maximum. Si l'on s'écarte de ce pH, à droite ou à gauche, le taux de la réaction diminue rapidement pour bientôt devenir nul. Encore une fois, l'explication de ce fait réside dans la dénaturation de l'enzyme à des pH éloignés du pH optimal. »[5]

Voici un autre exemple où un contexte physique est présent :

> « Une bien meilleure méthode d'empêcher la corrosion du fer implique l'apport d'un agent réducteur plus fort que le fer dans le système. Un métal comme le zinc ou le magnésium collé au fer devient l'anode, forçant ainsi le fer à agir comme cathode. Le zinc ou le magnésium

s'oxyde et libère des électrons. La tige de fer ne se corrode pas. Les coques de navire sont protégées de cette façon. De grands blocs de magnésium métallique sont boulonnés aux coques d'acier. Le magnésium s'oxyde grandement pour empêcher une perte de fer de la coque. »[6]

Les auteurs peuvent utiliser plusieurs façons de décrire un contexte physique en faisant appel à des photographies, cartes, graphiques, etc.

3. La composante historique : Nous appellerons composante historique l'ensemble des informations concernant l'histoire des sciences et des techniques, y compris les considérations sociales et culturelles s'y rapportant. Cette composante représente la « profondeur » historique que l'auteur veut donner à son ouvrage.

4. La composante socio-culturelle : Cette composante est constituée d'éléments divers situés à la périphérie de l'activité scientifique proprement dite :

- les informations sur les techniques, la technologie et leur rapports avec la science;
- l'impact social de l'activité scientifique et technique;
- les aspects économique et politique de l'activité scientifique et technique;
- les considérations morales et juridiques;
- les informations sur les carrières du domaine scientifique et technique.

La présence ou l'absence d'un contexte, ou plus précisément d'un « tissu contextuel », dépend à la fois des objectifs qui sont attribués à l'enseignement des sciences et des intentions personnelles de l'auteur. Cette dépendance est soulignée par Graham Orpwood à propos du contexte canadien, mais son argumentation s'applique aussi aux autres dimensions du contexte socio-culturel :

« Une des conséquences inévitables de l'adoption de nouveaux objectifs par une société est l'abandon d'autres objectifs, aussi légitimes qu'ils soient en principe. Dans le cas qui nous intéresse (changement radical des programmes d'études scientifiques à la fin des années 1950 et dans les années 1960), les objectifs justifiés par l'utilité de la science et par les bénéfices qu'elle apporte aux individus, à la société ou au pays, ont été remplacés par des objectifs reliés à la "structure de la science". De tels objectifs, en particulier ceux qui visent à inculquer une "démarche scientifique", transcendent la notion de frontières nationales. Leur nature est essentiellement universelle. Une fois la décision prise de s'engager dans la voie ouverte par ces objectifs, les références au Canada, aux Canadiens et aux questions canadiennes deviennent superflues; elles peuvent même constituer un obstacle à l'orientation générale du programme. »[7]

Aussi, l'existence d'un contexte particulier peut-elle être justifiée par des intentions pédagogiques différentes. En ce qui concerne la dimension historique, écoutons Thomas Russell :

« Pourquoi, alors, enseigner l'histoire des sciences? Comme il a été souligné auparavant, deux grandes catégories d'arguments ont été mis de l'avant dans la période 1955-1975. Les uns cherchent à accroître l'intérêt des élèves et à améliorer leur jugement sur la science. Les autres veulent faire comprendre aux élèves les méthodes de la science. »[8]

L'analyse du contexte dans un manuel de sciences ne peut donc être dissociée des objectifs attribués à l'enseignement des sciences au moment où ces manuels sont en usage.

La pédagogie

La différence entre un manuel scolaire et tout autre ouvrage imprimé qui contiendrait les mêmes informations se retrouve dans l'intention pédagogique. Le manuel est un outil didactique. Il doit donc comporter un certain nombre de stratégies pédagogiques destinées à créer des situations où l'élève apprend. Ces stratégies prennent habituellement les formes suivantes :

- des questions, incluses dans le texte, dont le style, la fréquence et la place varient;
- des questions, exercices et problèmes d'application situés généralement en fin de chapitre;
- des activités à entreprendre au laboratoire, décrites soit dans le manuel, soit dans un manuel de laboratoire séparé;
- plus rarement, une série de projets à entreprendre à l'extérieur de l'école.

Ces stratégies facilitent la réalisation des objectifs généraux de l'enseignement des sciences : acquisition de connaissances, de techniques et d'un ensemble d'attitudes jugées souhaitables.

Le choix de ces stratégies repose sur le modèle éducatif de l'auteur, c'est-à-dire sa vision du monde et, plus particulièrement, de la science, son modèle d'apprentissage et son modèle d'enseignement. On s'attendra donc, dans certains cas, à retrouver un contexte associé au contenu de ces stratégies.

Buts et limites de l'analyse des manuels de sciences

Cette analyse doit nous permettre de répondre à deux questions :

- dans quelle mesure les manuels de sciences fournissent-ils l'occasion (par leur contenu et les activités qu'ils proposent) d'atteindre certains objectifs généraux de l'enseignement des sciences?
- dans quelle mesure certaines critiques adressées à l'enseignement des sciences s'appliquent-elles aux manuels actuellement employés?

La sélection des objectifs s'est faite à partir des résultats de l'analyse des directives officielles. Pour l'ensemble des provinces et territoires, les objectifs reliés au contenu, à l'acquisition d'une méthode scientifique et à la prise de conscience des relations science-société sont les plus fréquents. Comme le Conseil des sciences a décidé de ne pas examiner le contenu

scientifique des cours ou des manuels de sciences, la présente analyse n'en fait pas mention. En accord avec les grandes orientations de l'étude, elle porte plutôt sur le contexte dans lequel ce contenu est présenté et sur ce que ce contexte peut apprendre à l'élève. La sélection des critiques se fonde sur les considérations du premier chapitre de ce volume et en découle logiquement.

En conclusion, nous avons retenu les objectifs qui portent sur les points suivants :

- l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées;
- l'interaction science-société.

Quant aux questions soulevées par les critiques de l'enseignement des sciences, nous avons retenu celles-ci :

- le contexte canadien dans l'enseignement des sciences;
- l'image de l'activité scientifique véhiculée par les manuels;
- l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques et techniques.

Enfin, un examen des intentions explicites des manuels nous permettra de jeter un regard plus général – quoique incomplet – sur les priorités pédagogiques des auteurs.

Méthodologie

L'analyse est donc articulée autour de six thèmes : les intentions explicites des auteurs de manuels de sciences, l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées, la prise de conscience de l'interaction science-technologie-société, le contexte canadien dans l'enseignement des sciences, l'image de l'activité scientifique véhiculée par les manuels de sciences et l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques et techniques.* Pour cinq de ces six thèmes, nous avons dû construire des grilles d'analyse qui sont reproduites à l'annexe D. Pour un de ces thèmes, nous avons utilisé un instrument mis au point par M. Fuhrman, V. Lunetta, S. Novick et P. Tamir[9], qui permet de classer les tâches exigées des élèves pendant les séances de laboratoire (d'après le manuel de laboratoire) selon leur degré de complexité. Ces grilles ont été évaluées par des experts indépendants et mises à l'essai avant utilisation.

La deuxième étape a permis de dresser une liste de manuels à analyser, à partir des résultats de l'enquête auprès des professeurs de sciences. Nous avons considéré deux critères principaux pour la sélection de chaque manuel à analyser : le nombre de professeurs qui mentionnaient son usage dans les classes où ils enseignaient et le nombre de provinces où il était effectivement utilisé. Enfin nous avons dû aussi tenir compte de considérations géographiques et linguistiques. Le tableau VII.1 indique la distribution des manuels sélectionnés; leurs titres sont réunis dans le tableau VII.4.

La tâche d'examiner un aussi grand nombre de manuels s'adressant à des populations différentes, sous un aussi grand nombre d'aspects, dépas-

* L'information recueillie à propos des carrières était insuffisante pour justifier une section séparée. Les données à ce sujet ont été intégrées à l'ensemble des résultats de l'analyse.

Tableau VII.3 - Nombre et distribution des manuels analysés selon le niveau, la matière et la langue

	Sciences générales		Sciences physiques		Biologie Écologie		Chimie		Physique		Total	
	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F	A	F
Primaire	2	2									2	2
1er cycle du secondaire	3	0	2	2	4	3					9	5
2e cycle du secondaire					5	0	5	1	3	1	13	2

Note A : langue anglaise F : langue française

Tableau VII.4 - Manuels analysés

Primaire

01. *Les chemins de la science*, Verne N. Rockcastle et coll., traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Édition du renouveau pédagogique, 1973 (volume 5).

02. *Les chemins de la science*, Verne N. Rockcastle et coll., traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du renouveau pédagogique, 1978 (volume 6).

0.3 *Laidlaw Exploring Science Program*, Milo Blecha et. coll., Doubleday Canada Ltd., 1977 (Red Book, grade 6).

04. *Space, Time, Energy, Matter* (S.T.E.M.), Verne N. Rockcastle et coll., Addison Wesley, 1977 (grade 5).

1er cycle du secondaire

Biologie

11. *Biological Sciences: An Introductory Study*, William Andrews et coll., Prentice-Hall, 1980.

12. *Biologie humaine*, Désiré et coll., Centre Éducatif et Culturel, 1968.

13. *Les êtres et leur milieu*, M. Poirier et coll., Brault et Bouthillier, 1970.

14. *Focus on Life Science*, C.H. Heimler et J.O. Lockard, Charles Merrill, 1977.

15. *Focus on Science: Exploring the Natural World*, Gough et Flanagan, D.C. Heath, 1980.

16. *Introduction à la biologie: perspective écologique*, Paul Thibeault et R. D'Aoust, Hurtubise HMH, 1971.

17. *Life Science: A Problem Solving Approach*, Carter et coll., Ginn, 1974.

Sciences physiques

21. *Exploring Matter and Energy*, Milo K. Blecha et coll., Doubleday Canada Ltd., 1978.

22. *Initiation aux sciences physiques*, U. Haber-Schaim et coll., traduction et adaptation sous la direction de J.M. Chevrier, Institut de recherches psychologiques, 1969.

23. *Physical Science: An Introductory Study*, William Andrews et coll., Prentice-Hall, 1978.

24. *Science physiques: Matière, énergie, intéractions*, R.R. McNaughton et R.W. Heath, traduit et adapté par J. Bergeron et M. Mercure, Centre Éducatif et Culturel, 1978.

Tableau VII.4 - Manuels analysés (suite)

Sciences générales

31. *Developing Science Concepts in the Laboratory*, Schmid et Murphy, Prentice-Hall, 1979.

32. *Introducing Science Concepts in the Laboratory*, Schmid et Murphy, Prentice-Hall, 1977.

33. *Scienceways*, (Blue Level), John McBean et coll., Copp Clark Pittman, 1979.

2e cycle du secondaire

Biologie

41. *Biological Science: An Ecological Approach* (B.S.C.S. Green), Biological Sciences Curriculum Study, Rand McNally, 1978.

42. *Biology*, Kimball, Addison-Wesley, 1978.

43. *Modern Biology*, J.J. Otto et Albert Towle, Holt, Rinehard and Winston, 1969.

44. *Understanding Living Things*, Reimer et Wilson, D.C. Heath, 1977.

Chimie

51. *ALCHEM*, Frank Jenkins et coll., J.M. LeBel, 1978.

51a. *ALCHEM Elective:* Ethylene and Its Derivatives, Frank Jenkins et coll., J.M. Le Bel, 1979.

51b. *ALCHEM:* Solar Energy, Solar Education for the 80's, Frank Jenkins et coll., J.M. Le Bel, 1980.

52. *Chemistry Today*, R.L. Whitman et E.E. Zinck, Prentice-Hall, 1976.

53. *Chemistry: Experimental Foundations*, Robert W. Parry et coll., Prentice-Hall, 1975.

54. *Chemistry: Experiments and Principles*, O'Connor et coll., D.C. Heath, 1977.

55. *Éléments de chimie expérimentale:* René Lahaie et coll., Holt, Rinehard et Winston Ltée, 1976.

56. *Keys to Chemistry*, E. Ledbetter et S. Young, Addison Wesley, 1977.

Physique

61. *Fundamental of Physics*, R.W. Heath et coll., D.C. Heath, 1979.

62. *Matter and Energy*, J.H. MacLachlen et coll., Clarke, Irwin, 1977.

63. *Physics (PSSC)*, U. Haber-Schaim et coll., D.C. Heath, 1965.

64. *Les sciences par objectifs de comportement: physique*, le groupe SO_2, Édition du Renouveau Pédagogique, 1974.

sait, et de loin, les possibilités d'un seul individu. C'est pourquoi le Conseil a mis sur pied une équipe de 18 spécialistes de l'enseignement des sciences qui, après un stage de formation intensive, ont examiné ces manuels d'avril à juin 1982. Le présent chapitre propose une synthèse des résultats. Comme il s'agit d'une analyse descriptive, le lecteur ne trouvera pas de jugement normatif de la part du groupe de recherches mais plutôt une série de questions soulevées par les données et qui pourront être débattues pendant les conférences délibératives.

VIII. Analyse descriptive : résultats

Cette partie présente la synthèse des résultats de l'analyse descriptive des manuels. Cette description donne une idée générale de certaines caractéristiques des manuels utilisés dans les écoles canadiennes, aux trois niveaux d'enseignement considérés par l'étude. Il ne s'agit donc pas d'une analyse comparative, et les commentaires et questions ne portent à peu près pas sur des manuels particuliers, mais plutôt sur un ensemble d'ouvrages composé de manuels parmi les plus utilisés dans les classes de sciences.

Afin de livrer au lecteur la « matière première » sur laquelle se fondent nos commentaires, nous avons choisi de disposer les données de l'analyse sous forme de tableaux. Tout en facilitant la lecture de ces données, la mise en tableaux permet aussi de dégager rapidement certaines tendances. Chaque section de l'analyse sera accompagnée de questions à débattre dans le cadre des délibérations.

Rappelons que le tableau VII.4 (voir p. 97) regroupe les titres des manuels analysés. Pour faciliter la lecture des tableaux, chaque titre sera remplacé par le code apparaissant à sa gauche. Ce code sera aussi utilisé pour faire référence à un manuel particulier dans les commentaires et questions.

Objectifs explicites des manuels de sciences

Les auteurs expriment leurs intentions de façons variées. Ces intentions visent parfois l'étudiant, parfois le professeur; certaines sont rédigées selon les normes d'élaboration d'objectifs de comportement, d'autres le sont de façon très vague; enfin, quelques auteurs choisissent de les communiquer aux élèves, alors que d'autres ne les soumettent qu'aux professeurs. Afin de rendre compte succinctement de cette diversité, nous avons adopté les symboles suivants :

X : les auteurs proposent un ou plusieurs objectifs généraux dans la catégorie considérée;

0 : les auteurs proposent un ou plusieurs objectifs spécifiques (généralement sous forme d'objectif de comportement) dans la catégorie considérée sans proposer d'objectif général correspondant;

? : les auteurs proposent une intention partielle, limitée ou floue dans la catégorie considérée.

Enfin, les catégories d'objectifs retenues correspondent à celles utilisées ailleurs dans l'étude. Le lecteur est prié de se référer au chapitre V pour plus de détails. Le tableau VIII.1 montre la présence d'objectifs explicités par les auteurs de manuels de sciences selon les manuels et la catégorie d'objectifs.

Comme on le constate, la presque totalité des manuels contiennent des objectifs reliés à l'acquisition d'un contenu scientifique et d'une démarche scientifique. Cela ne constitue une surprise en aucune façon. Pour ces deux catégories au moins, il y a identité d'intentions entre les ministères de l'Éducation et les auteurs de manuels. Les intention de la troisième catégorie, les « implications sociales de l'activité scientifique et technique », apparaissent dans 28 des 34 manuels de notre échantillon. L'analyse des directives ministérielles souligne la présence d'objectifs concernant les aspects de l'interaction science, technologie et société dans toutes celles destinées au premier cycle du secondaire. Ici, 12 des 14 manuels de l'échantillon destinés au même niveau comportent des objectifs explicites concernant ces mêmes aspects. Il est à noter que les deux manuels dénués d'intentions appartenant à la troisième catégorie (nos 17 et 22) adoptent une ligne de force axée sur la découverte active des concepts scientifiques et que, tout comme les autres manuels de cette catégorie, leur contexte présente très peu ou pas du tout de messages portant sur autre chose que la nature de l'activité scientifique.

Le nombre d'intentions appartenant à la quatrième catégorie, la « nature de la science et l'histoire des sciences et de la technologie », est aussi élevé, quoique certaines de ces intentions n'aient pas paru très claires à certains analystes. Les objectifs qui concernent seulement l'histoire des sciences sont en très petit nombre mais, comme nous le verrons plus tard, cela ne signifie pas que l'histoire des sciences soit passée sous silence lorsqu'il n'existe pas d'intention explicite à son propos.

Selon leurs auteurs, les manuels de sciences doivent contribuer à la croissance personnelle des élèves. Les intentions des premiers sont très variées et vont du développement d'attitudes et de comportements démocratiques (n° 61) au développement chez les élèves d'un scepticisme sain qui tienne compte des opinions des autres et leur fasse garder confiance dans leurs opinions propres (n° 02) en passant par l'acquisition de l'indépendance et de la confiance en soi (n° 56). Ces quelques exemples illustrent l'ambition et l'optimisme dont font preuve certains auteurs dans ce domaine.

Moins de la moitié des titres proposent des objectifs concernant les attitudes reliées à la science. Ces objectifs portent généralement sur certaines caractéristiques qu'on aimerait voir apparaître chez l'élève : intérêt

Tableau VIII.1a – Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01	02	03	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	31	32	33
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	0	x	x	0	x	0	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x
Nature de la science; histoire des sciences et des techniques	x	x		x	?	0		x	x		?	x	x	?		x	x	
Croissance personnelle	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x		x		x	x	x	x
Attitudes reliées à la science			x		x					x		x		x	x		?	x
Sciences appliquées et technologie	0	0		0				?	x			x		0				0
Orientation professionnelle			x	x			x	x	?			x						

Tableau VIII.1b – Objectifs des manuels de sciences : présence selon les catégories. 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	51	51a	51b	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Contenu scientifique	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Démarche scientifique et habiletés reliées	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	x		x	0		x	x	x	x	x	x	x	x		x	
Nature de la science; histoire des sciences et des techniques	x	x		x			?	x	x	x	x	x	x	x	x	0
Croissance personnelle	x	x		x			x		x	x	x	x	x	x	x	
Attitudes reliées à la science									x	x		x	x	x	?	
Sciences appliquées et technologie				0	x	x	x	0	?	x	0	x	x	0	?	0
Orientation professionnelle	x											?	x		?	

pour la science, joie, stimulation, etc. Toutefois, dans certains manuels, la formulation des objectifs appartenant à cette catégorie nous a laissés perplexes. Comme nous n'aurons pas l'occasion d'y revenir plus loin, nous en rendons compte ici. Il s'agit, par exemple, des objectifs suivants :

- fournir une base pour le développement de valeurs et d'attitudes positives vis-à-vis de la science dans la vie quotidienne (n° 03);
- développer une attitude positive envers la science et un vif intérêt pour ses aspects variés (n° 21).

La perplexité que nous évoquions naît de cette impression de conditionnement qui se dégage de la formulation de tels objectifs. Même si les auteurs du second exemple illustrent leurs propos par des suggestions telles que participer à un club de jeunes scientifiques ou à des expositions scientifiques, la notion d'attitude positive vis-à-vis de la science est loin d'être claire; tout comme la façon de la mesurer, d'ailleurs.

L'étude des sciences appliquées et de la technologie ne constitue pas une priorité, en général, pour les auteurs de manuels de sciences. Si la plupart des manuels de physique et de chimie mentionnent ici et là des applications des sciences, seuls quelques-uns font des sciences appliquées et de la technologie un sujet d'étude suffisamment important pour qu'il justifie la formulation d'une intention à son sujet. En fait, un seul titre dans notre échantillon, *ALCHEM* (n° 51), souligne explicitement l'importance croissante à accorder aux sciences appliquées. Les deux fascicules facultatifs du programme *ALCHEM* que nous avons examinés portent essentiellement sur les sciences appliquées : l'éthylène et ses dérivés (n° 51a) et l'énergie solaire (n° 51b). Il est à noter que le sens dominant dans la formulation des objectifs de cette catégorie va de la science pure vers son application et à peu près jamais de l'objet technique vers sa rationalisation. Nous aurons l'occasion d'y revenir.

Selon les auteurs de manuels de sciences, l'invitation à poursuivre des carrières scientifiques ne représente pas un objectif important. Seuls quelques titres annoncent une intention précise et nous verrons plus loin comment cette intention se traduit concrètement.

À première vue, donc, la distribution des objectifs mis de l'avant par les auteurs de manuels de sciences présente des caractéristiques de diversité et d'ambition comparables à celles des objectifs que l'on retrouve dans les directives ministérielles. En ce sens, les questions que nous nous posions à la conclusion de l'analyse des directives officielles gardent leur pertinence ici. Toutefois, l'examen des manuels permet de mieux situer les priorités des auteurs. Il suffit de regarder attentivement les listes d'objectifs de comportement dont le foisonnement, depuis le début des années 70, est tout simplement renversant, et de comparer le nombre d'objectifs concernant l'acquisition d'un contenu et d'une méthode scientifique au nombre d'objectifs des autres catégories. Le tableau VIII.2 montre les résultats d'une telle comparaison.

Ces données ne donnent encore qu'une information partielle. Comme on le constate en regardant le nombre total d'objectifs, certains auteurs semblent plus spécifiques que d'autres. De plus, les informations et acti-

Tableau VIII.2 - Exemples d'importance relative accordée à deux catégories d'objectifs

Code du manuel	02	21	44	55	61
Nombre d'objectifs de comportement concernant l'acquisition d'un contenu et d'une méthode scientifique	167	97	95	419	29
Nombre d'objectifs concernant les implications sociales de l'activité scientifique et technique	5	31	5	15	4

vités destinées à concrétiser les objectifs concernant les implications sociales de l'activité scientifique et technique sont, dans au moins 3 des 5 manuels pris comme exemples, situées dans les tout derniers chapitres du manuel. L'expérience nous a appris qu'ils étaient généralement moins systématiquement étudiés que les tout premiers.

En conclusion, cet examen des intentions explicites des manuels de sciences, s'il permet de mettre en relief rapidement leurs priorités, ne constitue qu'une information partielle que le reste du chapitre verra à compléter. Nous avons constaté que ces intentions sont exprimées de façons très variées et que l'atomisation des intentions en objectifs de comportement fort spécifiques constitue toujours une tendance forte. Si les objectifs concernant le contenu et la méthode scientifiques semblent se prêter à une telle atomisation, on peut se demander si ceux concernant d'autres catégories, tel le développement d'attitudes ou de valeurs, s'y prêtent aussi bien et ce qu'il convient de faire à leur sujet.

Ensuite, les intentions des manuels sont communiquées parfois aux professeurs, parfois aux élèves, parfois aux deux sans qu'une telle différence dans le choix du destinataire soit expliquée. Nul doute que les élèves, mais surtout leurs parents, apprécieraient de connaître la nature et l'étendue des apprentissages que l'utilisation d'un manuel particulier est censée provoquer.

Enfin, et comme pour l'analyse des directives officielles, les questions soulevées par les exposés à débattre n'apparaissent pas parmi les priorités des auteurs de manuels de sciences. Une exception, toutefois : les auteurs du programme *ALCHEM* soulignent que celui-ci obéit aux recommandations du rapport Symons concernant la présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences. Quant à la perspective de l'ingénieur mise de l'avant par Donald George, elle est, à toutes fins pratiques, absente des manuels. Le manuel n° 21 consacre quelques pages à l'art de l'ingénieur. Mais c'est pour commencer par cette définition :

> « Le génie consiste à transformer les découvertes scientifiques en technologie ou, en d'autres termes, à mettre la science au service de la fabrication de nouveaux objets ou de la création de nouveaux services[1]. »

Comme on le voit, l'ingénieur est asservi au savant et cette perspective est largement partagée par les auteurs des manuels que nous avons examinés. Notons toutefois que la perspective de l'ingénieur est illustrée dans les fascicules de la série *ALCHEM* et ce, de façon délibérée.

Bien que les besoins particuliers des filles en matière de formation scientifique ne fassent guère l'objet d'intentions explicites, le contenu des manuels a lentement mais sérieusement évolué vers l'élimination des stéréotypes sexistes les plus grossiers. Cette tendance s'accorde avec les directives ministérielles comme avec les propres directives des éditeurs[2,3]. De façon générale, les illustrations sont modifiées pour permettre à plus de filles ou de femmes d'être représentées, et, si possible, dans des rôles non stéréotypés; aussi, certains passages sont modifiés pour tenir compte des filles. En témoigne ce changement dans la rédaction des exercices de fin de chapitre du manuel de physique *PSSC* : alors que dans l'édition originale seulement les garçons sautaient, tournaient et se déplaçaient dans des chariots pour illustrer les lois de la dynamique, la dernière édition de la version anglaise permet aux filles de faire la même chose[4]. Un manuel de sciences physiques (n° 21) présente des carrières scientifiques de façon détaillée. Il est à noter que dans ce manuel qui, dans l'ensemble, présente des illustrations montrant des garçons et des filles en nombre à peu près égal, les illustrations relatives aux carrières scientifiques font voir une très grande majorité d'hommes. D'un côté, cela représente un phénomène réel : la sous-représentation des femmes dans l'activité scientifique et technique; de l'autre, on peut s'interroger sur la teneur du message implicite véhiculé par ces illustrations.

Ici se termine l'examen des intentions explicites des auteurs de manuels de sciences. Comme nous le disions plus haut, ce tableau a besoin d'être complété par une description des moyens que ces auteurs fournissent pour atteindre certains de ces objectifs; c'est l'objet de la suite du présent exposé.

Habiletés scientifiques au laboratoire

Le manuel de laboratoire, ou la section du manuel qui contient les instructions pour le travail de laboratoire, joue un rôle important dans la réalisation des objectifs de la catégorie concernant l'acquisition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées. C'est en effet au laboratoire que l'élève peut acquérir ces habiletés, ce savoir-faire scientifique, en agissant directement sur la matière. Il nous a paru que l'examen du type de tâches exigées de l'élève au laboratoire nous permettrait de découvrir quelle sorte d'habiletés celui-ci pourrait acquérir et donc de voir dans quelle mesure le manuel aidait à atteindre les objectifs appartenant à la catégorie mentionnée plus haut.

Pour arriver à nos fins, nous avons utilisé un instrument mis au point par M. Fuhrman et coll.[5], après avoir consulté un certain nombre d'articles à ce sujet[6,7,8]. Contrairement aux concepteurs de cet instrument, qui ont analysé systématiquement toutes les expériences proposées dans un manuel, nous n'avons analysé que le nombre d'expériences effectivement faites dans le cours d'une année scolaire. Souvent, ce dernier nombre est beaucoup plus petit que le premier; il est toutefois plus réaliste. Afin de construire un échantillon d'expériences adéquat, chaque analyste a pris contact avec un professeur utilisant le manuel examiné. Dans certains cas,

les analystes ont obtenu le nombre et le titre des expériences effectuées; dans d'autres, ils n'en ont obtenu que le nombre et ont alors dû exercer leur jugement pour construire l'échantillon. Nous nous sommes rendu compte que deux professeurs utilisant le même manuel ne proposaient pas nécessairement la même série d'expériences à leurs élèves. Si toutes les expériences requièrent des tâches similaires, on peut considérer que les conditions d'apparition des mêmes habiletés sont réunies. Dans le cas contraire, des habiletés différentes en nature ou en degré peuvent apparaître. À cause de ces difficultés, nos résultats ne peuvent indiquer, au mieux, que des tendances. Comme le lecteur s'en rendra compte, ces tendances sont quand même intéressantes.

Les tableaux VIII.3a-e présentent les résultats de notre analyse d'expériences tirées de manuels. Comme auparavant, chaque manuel est identifié par un code (voir tableau VII.4). Les nombres apparaissant dans le tableau représentent le pourcentage d'expériences où la tâche considérée est demandée au moins une fois à l'élève.

Tableau VIII.3a - Structure et analyse des travaux de laboratoire. Primaire (00) - Pourcentages

Code du manuel	01	02	03	04
Nombre d'expériences analysées	49	50	38	49
Structure				
a-1 expérience dirigée (en grande partie)	76	88	97	98
a-2 expérience non dirigée (en grande partie)	24	12	3	2
a-3 approche inductive	82	84	87	98
a-4 approche déductive	18	26	13	2
Mode coopératif				
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	18	6	0	12
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	10	4	0	0
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0	14	0	4
Catégories de tâches				
1-0 Organisation et conception				
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	22	2	13	14
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	4	18	0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	10	6	0	2
1-5 conçoit l'expérience	2	12	0	0
2-0 Exécution				
2-1a observe qualitativement	90	86	90	84
2-1b observe quantitativement; mesure	34	40	24	18
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	63	66	13	47

Tableau VIII.3a - Structure et analyse des travaux de laboratoire. Primaire (00)- Pourcentages (suite)

Code du manuel		01	02	03	04
Nombre d'expériences analysées		49	50	38	49
2-3	compile les résultats, décrit l'observation	33	12	26	22
2-4	effectue des calculs numériques	4	14	5	4
2-5	interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	14	18	3	2
2-6	travaille à partir de sa propre conception	2	12	0	0
3-0	*Analyse et interprétation*				
3-1a	transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	4	2	13	6
3-1b	met les données en graphiques	2	2	0	0
3-2a	établit des relations qualitatives	82	38	61	74
3-2b	établit des relations quantitatives	21	22	18	18
3-3	détermine la précision des données expérimentales	0	4	0	0
3-4	définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	4	24	0	0
3-5	formule ou propose une généralisation ou un modèle	8	12	16	4
3-6	explique une relation	25	16	50	29
3-7	formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	0	0	0
4-0	*Application*				
4-1	formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	8	12	26	27
4-2	formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	2	34	8	0
4-3	applique la technique expérimentale à un nouveau problème ou à une nouvelle variable	0	18	3	0

Tableau VIII.3b - Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : biologie (10) - Pourcentages

Code du manuel		11	12	13	14	15	16	17
Nombre d'expériences analysées		20	18	49	107	18	19	20
Structure								
a-1	expérience dirigée	100	83	100	94	78	79	100
a-2	expérience non dirigée	0	17	0	6	22	21	0
a-3	approche inductive	30	0	57	95	39	21	100
a-4	approche déductive	50	100	61	5	11	79	0
Mode coopératif								
b-1	les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	0	18	6	0	0
b-2	les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	4	0	0	0	0
b-3	discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0	0	4	2	0	0	100

Tableau VIII.3b – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : biologie (10) – Pourcentages (suite)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17
Nombre d'expériences analysées	20	18	49	107	18	19	20
Catégories de tâches							
1-0 Organisation et conception							
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0	20
1-2 prédit les résultats de l'expérience	5	0	2	0	0	0	5
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	0	6	0	0	11	5
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	0	2	0	6	0	5
1-5 conçoit l'expérience	0	0	0	0	0	0	15
2-0 Exécution							
2-1a observe qualitativement	75	83	80	73	100	90	75
2-1b observe quantitativement; mesure	35	0	51	26	28	47	30
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	80	33	84	47	83	32	85
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	85	67	67	26	83	11	75
2-4 effectue des calculs numériques	30	0	22	10	0	5	30
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	10	0	12	36	33	5	30
2-6 travaille à partir de sa propre conception	5	0	2	0	6	0	20
3-0 Analyse et interprétation							
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	65	44	33	15	61	42	0
3-1b met les données en graphiques	5	0	8	2	0	5	10
3-2a établit des relations qualitatives	50	44	16	29	44	53	40
3-2b établit des relations quantitatives	25	0	14	11	0	26	30
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	0	0	0	0	0	0
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	5	0	2	3	0	5	5
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	10	0	0	29	17	0	10
3-6 explique une relation	50	22	2	37	33	5	20
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	0	0	0	0	0	0
4-0 Application							
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	40	0	0	7	33	0	20
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	15	0	4	36	50	0	25
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	15	0	10	1	6	0	10

Tableau VIII.3c – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30) – Pourcentages

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Nombre d'expériences analysées	24	43	24	22	58	33	18
Structure							
a-1 expérience dirigée	100	86	100	0	100	100	72
a-2 expérience non dirigée	0	14	0	0	0	0	28
a-3 approche inductive	25	70	42	95	98	0	39
a-4 approche déductive	75	30	42	0	2	100	17
Mode coopératif							
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	16	17	0	16	6	0
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	2	0	0	0	3	0
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	8	2	38	0	0	0	0
Catégories de tâches							
1-0 Organisation et conception							
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0	39
1-2 prédit les résultats de l'expérience	0	21	13	0	5	12	6
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	7	4	5	0	0	6
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	5	13	0	0	3	17
1-5 conçoit l'expérience	4	0	0	0	0	0	6
2-0 Exécution							
2-1a observe qualitativement	92	67	42	100	85	91	56
2-1b observe quantitativement; mesure	4	72	58	64	52	49	56
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	46	91	79	27	85	88	95
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	21	40	92	100	98	91	89
2-4 effectue des calculs numériques	4	42	38	50	36	6	17
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	0	26	13	5	85	9	17
2-6 travaille à partir de sa propre conception	0	2	4	0	0	0	11
3-0 Analyse et interprétation							
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	17	2	17	5	31	6	72
3-1b met les données en graphiques	4	7	29	18	5	6	11
3-2a établit des relations qualitatives	42	54	25	100	74	79	11
3-2b établit des relations quantitatives	4	56	21	68	48	36	39
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	7	0	5	0	0	0
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	0	9	8	50	0	3	44
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	4	14	8	27	93	9	17
3-6 explique une relation	25	21	29	36	40	52	6

Tableau VIII.3c – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30) – Pourcentages (suite)

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Nombre d'expériences analysées	24	43	24	22	58	33	18
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	2	0	36	2	0	0
4-0 Application							
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	4	5	4	64	95	73	33
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	0	7	4	41	0	3	17
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	2	0	9	0	18	6

Tableau VIII.3d – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : chimie (50) – Pourcentages

Code du manuel	51	52	53	54	55	56
Nombre d'expériences analysées	11	14	19	23	24	31
Structure						
a-1 expérience dirigée	100	100	95	78	96	87
a-2 expérience non dirigée	0	0	5	22	4	16
a-3 approche inductive	9	93	58	83	21	58
a-4 approche déductive	36	7	47	17	91	48
Mode coopératif						
b-1 les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	0	11	9	0	0
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	0	7	21	0	0	3
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	9	93	100	57	4	0
Catégories de tâches						
1-0 Organisation et conception						
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0	0	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	36	7	5	4	0	3
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0	0	0	4	0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	0	0	0	13	4	13
1-5 conçoit l'expérience	0	0	0	4	0	0
2-0 Exécution						
2-1a observe qualitativement	91	64	79	100	83	84
2-1b observe quantitativement; mesure	55	43	63	57	58	55
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	91	86	68	70	79	84
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	73	93	90	96	92	100
2-4 effectue des calculs numériques	36	43	42	39	25	19

Tableau VIII.3d – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : chimie (50) – Pourcentages (suite)

Code du manuel		51	52	53	54	55	56
Nombre d'expériences analysées		11	14	19	23	24	31
2-5	interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	9	50	21	48	8	16
2-6	travaille à partir de sa propre conception	0	0	0	9	4	16
3-0	*Analyse et interprétation*						
3-1a	transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	36	43	21	22	63	48
3-1b	met les données en graphiques	0	14	11	9	13	16
3-2a	établit des relations qualitatives	27	21	42	44	58	68
3-2b	établit des relations quantitatives	18	50	42	44	58	16
3-3	détermine la précision des données expérimentales	0	29	26	4	0	3
3-4	définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	0	7	5	17	0	13
3-5	formule ou propose une généralisation ou un modèle	9	21	21	52	25	29
3-6	explique une relation	18	7	53	35	13	29
3-7	formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	0	21	0	17	0	3
4-0	*Application*						
4-1	formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	18	50	37	44	38	29
4-2	formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	0	7	26	9	8	26
4-3	applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	14	5	17	0	10

Tableau VIII.3e – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) – Pourcentages

Code du manuel		41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées		24	20	67	27	58	60	25	21
Structure									
a-1	expérience dirigée	100	100	98	89	100	100	100	0
a-2	expérience non dirigée	0	0	2	11	0	0	0	0
a-3	approche inductive	96	30	39	78	98	93	0	57
a-4	approche déductive	4	70	61	44	2	15	100	15
Mode coopératif									
b-1	les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux	29	10	6	30	2	3	0	0
b-2	les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	8	0	0	11	0	0	0	5
b-3	discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	83	0	0	26	0	0	16	0

Tableau VIII.3e – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) – Pourcentages (suite)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées	24	20	67	27	58	60	25	21
Catégories de tâches								
1-0 Organisation et conception								
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	4	0	0	15	0	0	0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	13	0	0	26	2	0	68	0
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	33	0	0	41	0	0	4	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	8	0	0	37	0	2	4	0
1-5 conçoit l'expérience	8	0	0	15	0	0	0	5
2-0 Exécution								
2-1a observe qualitativement	75	90	79	85	72	53	16	100
2-1b observe quantitativement; mesure	46	60	21	59	52	65	84	81
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	71	85	81	63	100	100	92	100
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	79	80	85	74	100	100	96	100
2-4 effectue des calculs numériques	33	30	8	52	48	37	76	76
2-5 interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale	58	10	15	59	5	2	28	38
2-6 travaille à partir de sa propre conception	8	0	3	19	0	0	0	5
3-0 Analyse et interprétation								
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	29	60	69	33	27	0	72	62
3-1b met les données en graphiques	25	15	5	16	16	10	36	38
3-2a établit des relations qualitatives	67	75	25	82	55	50	36	100
3-2b établit des relations quantitatives	42	50	22	52	38	50	80	71
3-3 détermine la précision des données expérimentales	0	5	0	15	10	5	12	24
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	58	10	2	59	9	7	24	24
3-5 formule ou propose une généralisation ou un modèle	50	40	12	37	38	52	44	38
3-6 explique une relation	88	45	45	78	17	23	44	62
3-7 formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de l'expérience	21	5	0	15	0	2	52	0

Tableau VIII.3e – Structure et analyse des travaux de laboratoire. 2e cycle du secondaire : biologie (40) et physique (60) – Pourcentages (suite)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Nombre d'expériences analysées	24	20	67	27	58	60	25	21
4-0 Application								
4-1 formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	67	30	8	44	24	28	40	14
4-2 formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	92	0	3	44	7	3	4	19
4-3 applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable	0	0	76	4	3	2	4	0

Les données présentées dans le tableau VIII.3 permettent de tirer deux séries de conclusions. La première porte sur la structure des travaux de laboratoire. En premier lieu, les données montrent que les élèves sont presque toujours solidement encadrés au laboratoire. Au 1er comme au 2e cycle du secondaire, la proportion d'expériences en grande partie non dirigées (ouvertes) ne dépasse qu'une fois sur 28 le quart du nombre total d'expériences. Dix-huit des 28 manuels examinés offrent des expériences dont 95 % et plus sont dirigées. En second lieu, posons-nous une question à propos de l'approche choisie pour les expériences. Les élèves sont-ils encouragés à effectuer des généralisations à partir des données recueillies (approche inductive) ou doivent-ils vérifier les lois apprises en classe auparavant (approche déductive)? Si l'approche inductive est la plus populaire au primaire – et pour des raisons évidentes – il n'en est pas systématiquement ainsi aux niveaux supérieurs. Comme on peut le constater, la plupart des manuels proposent les deux approches mais certains favorisent franchement l'une ou l'autre. En fonction des objectifs choisis pour l'enseignement des sciences, une approche peut donner de meilleurs résultats que l'autre; la question se pose de savoir si le choix des manuels se fait bien en tenant compte de l'approche qu'ils favorisent. Enfin, les élèves ne sont invités que très rarement et très faiblement à coopérer (surtout pour la mise en commun des résultats) lors des travaux de laboratoire, et ceci, quel que soit le niveau.

La deuxième série de conclusions porte sur ce que font réellement les élèves au laboratoire, en supposant que les séances se déroulent selon les directives que l'on retrouve dans les manuels de laboratoire. Il est frappant de constater que parmi les 32 manuels examinés, 28 ne demandent pas une seule fois à l'élève de formuler une question ou de définir un problème à résoudre; on constate aussi que l'élève n'est que rarement invité à concevoir l'observation ou le procédé de mesure, à déterminer la précision de ses résultats, et encore plus rarement à concevoir l'expérience. Seulement trois titres de notre échantillon formulent des exigences à cet égard. Par contre, on demande très souvent aux élèves d'observer, d'utiliser des appareils ou d'exploiter des techniques, d'établir des relations et de

compiler les résultats. Au 2e cycle du secondaire, on leur demande un peu plus souvent d'expliquer des relations et des formules ou de proposer une généralisation ou un modèle, mais rarement dans plus de la moitié des expériences. De plus, si les élèves sont amenés à formuler des prédictions à partir des résultats de la recherche, c'est très rarement dans plus de la moitié du nombre total d'expériences examinées. Enfin, les élèves n'ont à peu près pas l'occasion d'appliquer la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable.

Ceci dit, nous devons apporter quelques précisions pour mieux faire saisir la portée exacte de ces conclusions. En premier lieu, l'instrument que nous avons utilisé a été appliqué à l'analyse des manuels de laboratoires par 18 personnes différentes. Bien que ces chercheurs aient bénéficié d'une session d'entraînement à l'usage de l'instrument, et qu'ils aient procédé à l'analyse avec tout le soin voulu, il est raisonnable de penser que la fiabilité de cet instrument n'est pas parfaite. Toutefois, les différences d'interprétation de certains énoncés en vue de les classer par catégories restent assez faibles pour garantir des résultats de bonne qualité. Ces différences portaient par exemple sur des énoncés relatifs aux prédictions et aux hypothèses, qu'il n'était pas si facile de classer en toute certitude dans l'une ou l'autre des catégories. D'autre part, nous nous attendions à ce que la façon de rédiger les instructions dans les manuels de laboratoire complique parfois l'analyse. Cette question avait été soulevée par Lunetta et Tamir[9], qui mentionnaient l'ambiguité de la question suivante, tirée du manuel de laboratoire de physique *PSSC*.

> « Pourriez vous fabriquer une "lentille" capable de focaliser des billes en mouvement?[10] »

Or, à notre satisfaction, le problème ne s'est à peu près pas posé. En général, les instructions pour les travaux de laboratoire sont clairement rédigées et facilement compréhensibles. Soit dit en passant, les éditions subséquentes du guide de travaux pratiques du programme de physique *PSSC* ont été révisées et l'exemple mentionné plus haut n'y apparaît plus. Cela nous amène à souligner une autre raison d'interpréter les conclusions avec prudence. Les multiples révisions que subissent les manuels de sciences se traduisent parfois par l'abandon de certaines expériences et (ou) par l'ajout de nouvelles. Des tâches d'une haute complexité peuvent remplacer ainsi des tâches d'une faible complexité. Mais le contraire peut aussi bien se produire. Enfin, les diverses façons de choisir un certain nombre d'expériences pour l'année parmi celles proposées par les auteurs déterminent en grande partie la nature, la complexité et la variété des tâches qui seront proposées à l'étudiant. Pour certains manuels, un échantillonnage différent aurait pu donner un portrait plus ou moins flatteur que celui tracé au tableau VIII.3. La latitude qu'ont les professeurs de choisir parmi un grand nombre d'expériences joue un rôle qu'il conviendra d'examiner plus à fond.

En guise de conclusion, voici quelques questions soulevées par les données recueillies sur les guides de laboratoire. Tous les ministères de l'Éducation incluent dans les directives des objectifs concernant l'acqui-

sition d'une méthode scientifique et des habiletés reliées, et cela à tous les niveaux de l'enseignement primaire et secondaire. Dans la conclusion de l'analyse de ces directives, nous avons souligné que toutes les habiletés scientifiques (observer, émettre des hypothèses, vérifier expérimentalement, etc.) apparaissaient régulièrement à tous les niveaux. Or, la plupart des manuels fournissent principalement l'occasion de développer des habiletés assez élémentaires. Faut-il montrer plus de modestie dans la rédaction des directives ou faut-il systématiquement concevoir des travaux de laboratoire développant toutes les habiletés souhaitées, y compris celles de haut niveau? En sélectionnant les manuels, porte-t-on suffisamment d'attention à la variété et à l'adéquation des tâches que l'on requiert des élèves au laboratoire? En planifiant leur enseignement, les professeurs en tiennent-ils compte? Faut-il que les auteurs de manuels proposent un si grand nombre d'expériences aux professeurs sans les informer des conséquences de leur choix?

Considérons maintenant la catégorie d'objectifs concernant la nature de la science. Peut-on considérer qu'en travaillant de façon étroitement encadrée, en suivant les « recettes » de son manuel, en ne mettant pas en commun ses résultats et en ne concevant à peu près rien d'original, l'élève acquière de la science une idée conforme à celle que les directives proposent?

Considérons enfin le thème de l'exposé à débattre de Hugh Munby, *Qu'est ce que la pensée scientifique* : enseigner les sciences pour l'indépendance intellectuelle. Si ce concept devenait un but souhaitable de l'enseignement des sciences, les instructions des guides de travaux pratiques seraient-elles encore adéquates à la lumière des données recueillies?

Toutes ces questions sont soulevées par des données relatives aux manuels de laboratoires. Dans la pratique, toutefois, la situation est plus riche et plus complexe que la simple extrapolation de la rédaction d'une tâche à l'acquisition d'une habileté. En fin de compte, le professeur est celui qui pourra donner un sens plus complet à des travaux de laboratoire. Cela dit, les manuels de laboratoire à leur disposition ne pourront pas tous aider à développer l'ensemble des habiletés scientifiques requises par les directives ministérielles.

Le lecteur aura remarqué que nous nous sommes abstenus de comparer les manuels et d'en recommander un plutôt qu'un autre. Une raison principale nous en empêche. Nous ne pouvons prétendre, selon la méthodologie que nous avons choisie, que toutes les différences observées entre divers manuels soient véritablement significatives. Il était plus important, dans le cadre d'un débat sur l'orientation de l'enseignement des sciences, de dégager des tendances, et cela a été fait. Pour illustrer la difficulté de mettre en relief des différences significatives entre les divers manuels, nous présentons au tableau VIII.4 quelques données recueillies par Tamir, Lunetta et coll. pour trois manuels du 2e cycle du secondaire, accompagnées de nos propres données. Le lecteur pourra constater deux choses : d'une part, le fait de sélectionner une partie seulement des expériences pro-

posées change substantiellement la variété et le niveau des tâches demandées aux élèves et, d'autre part, certaines différences doivent s'expliquer autrement que par l'échantillonnage; en particulier, certains analystes ont tenu compte de consignes se trouvant dans le livre du maître alors que Tamir, Lunetta et coll. s'en sont tenus à ce que l'élève avait sous les yeux.

Tableau VIII.4 – Structure et analyse des travaux de laboratoire : comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta, 2e cycle du secondaire : physique et chimie – Pourcentages

Code du manuel	PSSC*	63	CHEMS* O'Connor	54	CHEMS* Parry	53
Nombre d'expériences analysées	47	25	46	23	39	19
Structure						
a-3 approche inductive	0	0	95,7	83	0,0	58
a-4 approche déductive	0	100	28,3	17	12,8	47
Mode coopératif						
b-2 les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux	2,1	0	2,2	0	5,1	21
b-3 discussion consécutive à l'expérience faite au laboratoire	0,0	16	0,0	57	2,6	100
Catégories de tâches						
1-0 Organisation et conception						
1-1 formule une question ou définit un problème à résoudre	0,0	0	0,0	0	0,0	0
1-2 prédit les résultats de l'expérience	14,9	68	8,7	4	10,3	5
1-3 formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience	0,0	4	0,0	4	0,0	0
1-4 conçoit l'observation ou le procédé de mesure	2,1	4	8,7	13	7,7	0
1-5 conçoit l'expérience	2,1	0	8,7	4	5,1	0
2-0 Exécution						
2-2 utilise des appareils; exploite une technique	97,9	92	95,7	70	97,4	68
2-3 compile les résultats, décrit l'observation	97,9	96	89,1	96	79,5	90
2-6 travaille à partir de sa propre conception	0,0	0	15,2	9	2,6	0
3-0 Analyse et interprétation						
3-1a transpose les résultats selon une forme conventionnelle (autre que graphique)	53,2	72	56,4	22	4,3	21
3-1b met les données en graphiques	34,0	36	13,0	9	15,4	11
3-2a établit des relations qualitatives	93,6	36	71,7	44	84,6	42
3-2b établit des relations quantitatives	74,5	80	50,0	44	35,9	42
3-3 détermine la précision des données expérimentales	23,4	12	11,4	4	20,5	26
3-4 définit les variables, les limites et (ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience, ou en discute	4,3	24	2,2	17	17,9	5

Tableau VIII.4 – Structure et analyse des travaux de laboratoire : comparaison avec les résultats de P. Tamir et V. Lunetta, 2e cycle du secondaire : physique et chimie – Pourcentages (suite)

Code du manuel		PSSC*	63	CHEMS* O'Connor	54	CHEMS* Parry	53
Nombre d'expériences analysées		47	25	46	23	39	19
3-5	formule ou propose une généralisation ou un modèle	34,0	44	6,5	52	10,3	21
3-6	explique une relation	53,2	44	50,0	35	46,2	53
4-0	*Application*						
4-1	formule des prédictions à partir des résultats de la recherche	23,4	40	15,2	44	28,2	37
4-2	formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience	23,4	4	6,5	9	12,8	26

* *Source* : P. Tamir et V. Lunetta, "Inquiry Related Tasks in High School Laboratory Handbooks", dans *Science Education*, vol. 65, n° 5, 1981, p. 477-484.

Interaction science, société et technologie

Afin de déterminer quelles ressources les auteurs de manuels de sciences fournissent aux élèves pour que ces derniers atteignent les objectifs concernant l'impact social de l'activité scientifique et technique, nous avons recueilli les messages pertinents et les avons classés en quatre catégories (voir annexe D) que nous appellerons ici la catégorie de l'application du savoir, la catégorie socio-économique, la catégorie politique et la catégorie de la responsabilité scientifique.

Application du savoir

Les messages appartenant à la catégorie de l'application du savoir sont ceux qui invitent les élèves à utiliser leurs connaissances scientifiques et techniques pour des applications utiles à eux-mêmes ou à leur communauté. Le nombre et la distribution de ces messages constituent le tableau VIII.5. Les activités suggérées ont été classées en trois types : action directe, cueillette d'information et réflexion. Elles ont été localisées en trois endroits : l'école, la maison et la communauté.

À la lecture de ce tableau, on peut dégager les observations suivantes. D'abord, les auteurs de manuels de sciences ne demandent pas ou peu d'activités concernant l'application du savoir dans le domaine de l'interaction science, technologie et société. Quand ils en demandent beaucoup (nos 13, 24, 41, 61, par exemple), il s'agit surtout d'activités de réflexion. Le total des invitations à l'action directe (60) représente environ un cinquième du total des activités suggérées et ces invitations sont surtout dirigées vers les élèves du 1er cycle du secondaire. De façon générale, les élèves sont invités à agir plus chez eux et dans leur communauté qu'à l'école et le type d'action demandé est plus individuel que collectif (cette dernière caractéristique n'apparaît pas dans le tableau). On notera aussi que sept des neuf manuels ne comportant aucun message de la catégorie de l'utili-

Tableau VIII.5a – Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société. Primaire (00); 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01/03	02	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24	31	32	33
Action directe																	
maison	0	1	0	4	9	2	0	1	0	1	0	0	0	12	2	0	0
école	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	0	0	0	5	2	1	0
communauté	0	2	0	1	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	0
Cueillette d'information																	
maison	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	4
école	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0
communauté	1	2	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0	3
Réflexion																	
maison	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	8	16	0	0	6
école	0	1	0	1	0	22	0	0	0	1	0	0	1	6	2	0	1
communauté	2	5	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	1	6	2	0	1
Total	3	12	1	12	11	27	0	4	2	9	0	0	14	22	10	3	15

Tableau VIII.5b – Nombre et types de messages invitant l'élève à l'action dans le cadre de l'interaction science, technologie et société. 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	51	51[a]	51[b]	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Action directe																
maison	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
école	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
communauté	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Cueillette d'information																
maison	3	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
école	0	0	0	6	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
communauté	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0
Réflexion																
maison	18	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	22	1	0	0
école	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	5	0	0	0	0
communauté	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	2	0	0	0	0
Total	22	1	0	18	0	0	2	9	0	0	9	12	25	3	0	1

sation du savoir proposent pourtant un objectif concernant l'interaction science, technologie et société.

Nous n'avons pas essayé de déterminer systématiquement le contenu de chaque message dans cette catégorie. Toutefois, chaque analyste a relevé un ou deux exemples d'activités proposées à l'étudiant. Sur ces 50 exemples, 27 concernaient l'environnement et (ou) l'énergie.

Le tableau VIII.6 présente les données concernant les messages des trois autres catégories. Les messages appartenant à la catégorie socio-économique informent les élèves des conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur le bien-être de la société, sur les plans national et international. Le nombre et la distribution des messages sont accompagnés des renseignements suivants : le caractère heureux ou néfaste des conséquences (selon les auteurs), la présence ou non d'une discussion et le contexte, national ou international, dans lequel cette conséquence se produit. Ce dernier renseignement est aussi disponible pour les autres catégories de messages. Ensuite, les messages de la catégorie politique portent sur les façons dont une société utilise les connaissances scientifiques et techniques pour résoudre des problèmes nationaux ou internationaux. Le nombre de messages est accompagné du nombre de solutions considérées comme certaines et de celui de solutions considérées comme douteuses. Enfin, les messages de la catégorie de la responsabilité scientifique sont ceux qui portent sur les aspects moral et juridique de l'activité scientifique et technique.

Dans l'ensemble, les messages de la catégorie socio-économique sont les plus abondants (55 % du total), suivis des messages de la catégorie politique (30 %) et des messages relatifs à la responsabilité scientifique (15 %). À quelques exceptions près, cette tendance vaut pour chaque manuel. Trois des 32 manuels de l'échantillon sont totalement dépourvus de tels messages et sept en contiennent cinq ou moins. Dans l'ensemble, les manuels considérés font état d'autant de conséquences heureuses de l'activité scientifique et technique que de conséquences néfastes. Pris individuellement, ils peuvent être regroupés en trois catégories : ceux qui sont optimistes et pour qui les conséquences sont plus souvent heureuses que néfastes (8 sur 32), ceux qui sont pessimistes et pour qui c'est l'inverse (7 sur 32) et les autres qui présentent un choix de conséquences à la fois heureuses et néfastes. Le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences fait deux fois sur trois l'objet de discussion et très peu de manuels présentent l'ensemble des conséquences qu'ils ont choisi d'illustrer sans aucune discussion. Lorsqu'on fait appel à la science et à la technologie pour résoudre des problèmes sociaux, les solutions sont certaines deux fois sur trois et incertaines une fois sur trois seulement, selon les données du tableau VIII.6. Lorsque les auteurs introduisent des considérations sur la responsabilité scientifique, ils illustrent plus volontiers l'aspect moral que l'aspect juridique. Toutefois, ils ne le font que rarement. Enfin, le contexte dans lequel les messages sont présentés est généralement international, ou plutôt non spécifiquement canadien. En de rares occasions, le contexte est franchement canadien, mais aussi étatsunien.

Tableau VIII.6a – Nombre de messages des catégories 2 (socio-économique), 3 (politique) et 4 (responsabilité), et quelques-unes de leurs caractéristiques selon les manuels examinés. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10) et sciences physiques (20)

Code du manuel	01	02	03	04	11	12	13	14	15	16	17	21	22	23	24
Catégorie socio-économique															
Nombre de messages	5	18	9	5	8	2	13	4	15	9	5	2	0	2	13
Conséquences heureuses	1	8	9	2	7	2	8	2	15	7	4	1	0	0	12
Conséquences néfastes[a]	5	10	5	3	1	0	5	2	0	2	1	1	0	2	1
Discussion présente	3	16	9	5	8	2	6	1	7	4	3	2	0	1	3
Discussion absente	2	2	0	0	0	0	7	3	6	5	2	0	0	1	10
Contexte national	0	1	0	0	1	0	0	1[c]	1	2	4	1	0	0	4
Contexte international[b]	3	17	9	5	8	2	13	3	14	8	1	1	0	2	9
Catégorie politique															
Nombre de messages	0	5	6	4	5	0	6	4	17	2	1	3	0	2	1
Solution certaine	0	4	5	4	2	0	4	4	12	2	0	3	0	2	1
Solution douteuse	0	1	3	0	3	0	1	0	5	0	1	0	0	0	0
Contexte national	0	0	0	0	3	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1
Contexte international	0	5	6	4	3	0	6	3	16	1	1	2	0	2	1
Catégorie responsabilité															
Nombre de messages	1	10	1	1	3	1	6	0	1	0	1	0	0	1	1
Type moral	1	5	1	1	3	1	2	0	0	0	1	0	0	1	0
Type légal	0	5	0	0	0	0	4	0	1	0	0	0	0	1	1
Contexte national	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
Contexte international[b]	1	10	1	1	0	1	5	0	1	0	1	0	0	0	0
Nombre total de messages	6	33	16	10	16	3	25	8	33	11	7	5	0	5	15

[a] Une conséquence peut être considérée comme heureuse et néfaste à la fois. Elle est dénombrée dans les 2 catégories.
[b] Le contexte peut occasionnellement présenter les 2 caractéristiques et est alors dénombré 2 fois.
[c] Afrique

Tableau VIII.6b – 1er cycle du secondaire : sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code du manuel	31	32	33	41	42	43	44	51	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Catégorie socio-économique																	
Nombre de messages	8	4	11	23	17	3	1	3	10	4	2	27	6	5	2	0	0
Conséquences heureuses	8	4	3	11	16	0	0	2	3	0	0	1	1	1	1	0	0
Conséquences néfastes[a]	1	0	7	12	6	3	1	1	7	4	2	26	5	4	1	0	0
Discussion présente	8	1	5	17	15	0	0	0	10	1	2	21	1	4	1	0	0
Discussion absente	0	3	5	6	2	3	1	3	0	3	0	6	5	1	1	0	0
Contexte national	2	1	10	12	9	3[c]	1	2	0	1[c]	0	3	1[c]	1	1	0	0
Contexte international[b]	8	3	1	10	8	0	0	2	10	3	2	24	5	4	1	0	0
Catégorie politique																	
Nombre de messages	1	3	11	8	6	2	1	0	3	8	3	8	4	9	4	0	0
Solution certaine	1	3	7	8	3	1	1	0	2	5	0	6	4	9	3	0	0
Solution douteuse	0	0	4	0	3	1	0	0	1	4	3	2	0	0	1	0	0
Contexte national	1	0	9	4	0	1[c]	1	0	1	1[c]	0	0	0	1	0	0	0
Contexte international[b]	0	3	2	4	6	1	1	0	2	7	3	8	4	8	4	0	0
Catégorie responsabilité																	
Nombre de messages	1	0	4	8	6	0	1	0	2	2	0	11	0	2	1	0	0
Type moral	1	0	3	8	6	0	0	0	2	2	0	6	0	1	1	0	0
Type légal	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	5	0	1	0	0	0
Contexte national	1	0	4	4	2	0	1	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0
Contexte international	1	0	0	4	5	0	0	0	1	2	0	9	0	1	1	0	0
Nombre total de messages	10	7	26	39	29	5	3	3	15	14	5	46	10	16	7	0	0

[a] Une conséquence peut être considérée comme heureuse et néfaste à la fois. Elle est dénombrée dans les 2 catégories.
[b] Le contexte peut occasionnellement présenter les 2 caractéristiques et est alors dénombré 2 fois.
[c] États-Unis

Les considérations sur le nombre de messages n'apportent que des renseignements partiels. Il se peut en effet que peu de messages très pertinents (selon les directives officielles) aient plus d'efficacité que beaucoup de messages de moindre intérêt. Notre propos ici n'est pas de discuter de la pertinence ou de la qualité des messages, même si nous reconnaissons que cette discussion est indispensable. Toutefois, il nous a paru utile, sinon de porter un jugement sur la pertinence des messages, du moins de déterminer la nature des questions qu'ils soulèvent. C'est l'objet de ce qui suit.

Catégorie socio-économique

Quelque 230 messages de la 2e catégorie extraits des 32 manuels et 2 fascicules examinés, et exprimant les conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur la société, peuvent être classés en cinq grands groupes d'importance inégale. Chaque groupe sera représenté par un message résumant les caractéristiques des membres et sera accompagné du nombre de messages le composant.

Groupe A : « La croissance ou le progrès engendré par l'activité scientifique et technique crée de la pollution, des maladies, et perturbe l'écosystème. » Ce groupe renferme 98 messages, soit un peu moins de la moitié des messages. On y retrouve à peu près tout ce qui a fait la manchette ces quinze dernières années : pollution de l'eau, de l'air et de la terre, empoisonnement par les métaux lourds, problèmes causés par le DDT ou les engrais chimiques, destruction de l'environnement par l'activité minière, la construction de barrages, l'agriculture intensive et l'urbanisation, etc.

Groupe B : « L'activité scientifique et technique a créé des médicaments et des techniques destinés à améliorer la santé de la population et à combattre la malnutrition. » Ce groupe, deuxième en importance, renferme 55 messages qui proviennent surtout des manuels de biologie. Les conséquences largement bénéfiques qui y sont décrites vont de la pasteurisation au génie génétique en passant par l'utilisation des rayons X et la synthèse de nouveaux aliments.

Groupe C : « L'activité scientifique et technique a créé des machines ou des procédés destinés à faciliter le travail ou à augmenter le bien-être de la population. » Ce groupe réunit 27 messages, soit un peu plus de 10 % du total. On y évoque l'amélioration des conditions de vie apportée par l'électricité, par les dispositifs anti-pollution et par le développement des transports. L'effet bénéfique de l'exploration spatiale bénéficie d'un seul message, tout comme celui de l'introduction de l'informatique. Le bien-être engendré par les télécommunications fait l'objet de deux messages seulement.

Groupe D : « L'activité scientifique et technique a permis de créer de nouveaux matériaux utiles et de nouvelles sources d'énergie. » Dans ce groupe, 23 messages font état de matières synthétiques abondantes et bon marché

permettant de répondre aux besoins de la population. L'élève prend connaissance aussi de l'utilité de l'énergie nucléaire et de l'énergie solaire.

Groupe E : « La croissance ou le progrès engendrés par l'activité scientifique et technique entraînent le gaspillage de l'énergie et des ressources, et le problème de la gestion des déchets. » Ce groupe renferme 20 messages.

Groupe F : Ce dernier groupe renferme sept messages pouvant se résumer ainsi : « l'activité scientifique et technique, par ses effets sur la société, incite la population à ménager les ressources et l'énergie et à agir contre la pollution. »

Nous nous limiterons ici à quelques commentaires sur les résultats de cette analyse. À première vue, la pollution et le gaspillage des ressources engendrés par l'activité scientifique et technique représentent la conséquence la plus importante selon les auteurs de manuels de sciences. Ceci reflète assez bien les idées à la mode au cours des années 70. Selon notre échantillon, les bénéfices de la science et de la technologie semblent venir presque exclusivement de la recherche médicale. Enfin, les conséquences – moins visibles peut-être – des techniques d'informatique et de télécommunications qui vont modifier la société des années 80 sont remarquablement peu présentes dans les livres de physique, de sciences générales ou de sciences physiques que nous avons examinés.

En terminant l'examen de la catégorie socio-économique, nous pouvons nous poser quelques questions. Quel est le sens du message implicite véhiculé par cette répartition des conséquences sociales de l'activité scientifique et technique? Quel peut en être l'impact sur l'acquisition d'attitudes vis-à-vis des sciences et de la technologie?

Catégorie politique

Quels types de problèmes sociaux la science et la technologie peuvent-elles être amenées à régler? Notre analyse en a révélé environ 40, dispersés dans les 34 ouvrages examinés. Les problèmes les plus souvent cités sont ceux de la faim dans le monde et des maladies (environ 30 messages) et ceux qui, curieusement, sont créés par l'activité scientifique et technique, c'est-à-dire la pollution et le besoin de nouvelles sources d'énergie (environ 30 messages). Les autres problèmes auxquels la science et la technologie peuvent apporter des solutions sont très variés : prévisions météorologiques, prévention des catastrophes naturelles par modélisation, production d'eau potable, etc. Chacun de ces exemples n'a été mentionné qu'une seule fois dans notre échantillon.

Catégorie de la responsabilité scientifique

Les problèmes moraux associés à l'activité scientifique et technique mis en relief pas les manuels de sciences sont les suivants : l'attitude personnelle devant la pollution et le gaspillage (environ 10 messages, soit un cinquième du total), les questions relatives à la société et à la vie telles

que l'usage de drogues, le génie génétique et le conseil génétique (environ sept messages), et une variété d'autres problèmes cités une seule fois chacun : décision d'entreprendre des travaux miniers, coupes à blanc, chasse à la baleine, etc. Les problèmes de nature juridique associés à l'activité scientifique et technique sont principalement, ici aussi, ceux causés par la pollution et le gaspillage (environ les deux tiers des 20 messages).

Avant de conclure, il nous faut encore faire preuve d'une certaine prudence. D'une part, nous constatons que les manuels comportant le plus de messages relatifs à l'interaction science, technologie et société ne présentent pas nécessairement la plus grande variété de messages. Le manuel n° 55, par exemple, qui contient le plus grand nombre de messages (46) de tous les manuels, les concentre à peu près tous dans le dernier chapitre (5 % des pages du volume) intitulé : « Chimie, environnement et pollution ». Il en est à peu près de même pour le manuel n° 41 (39 messages), où la grande partie de ces messages se retrouvent dans le dernier chapitre intitulé « Humans in the Web of Life » (6 % des pages du volume). Est-ce à dire qu'il est indispensable de bien savoir tout ce qui précède dans le manuel avant de s'initier aux conséquences sociales de l'activité scientifique et technique, ou plutôt que la place de ces conséquences dans le manuel reflète les priorités des auteurs? Il est intéressant de constater, en effet, que d'autres manuels peuvent adopter une démarche inverse. Par exemple, le manuel de sciences générales n° 31 commence par ce qui suit :

> « Ces dernières années, vous avez certainement entendu parler d'énergie. Vous avez peut-être lu ce que dit la presse à propos de l'augmentation du prix du pétrole et de la pénurie d'énergie qui s'en vient. On vous a parlé de la crise énergétique et invité à conserver l'énergie. »[11]

Dans ce manuel, le chapitre le plus riche en messages concernant l'interaction science, technologie et société s'intitule « How Our Use of Energy Affects Our World »; c'est le 10e chapitre d'un ouvrage qui en compte 29 et il occupe environ 5 % du manuel. Toutefois, la tendance à introduire une perspective sociale dans les manuels de sciences est assez récente et, comme nous venons de le voir, cette introduction se fait de façons diverses selon l'importance que lui donnent les auteurs.

D'autre part, le nombre de messages ne traduit pas fidèlement l'importance donnée par les auteurs de manuels de sciences à l'interaction sciences, technologie et société. Très peu de messages sont longs et documentés à souhait. La plupart sont brefs, appellent à la discussion ou nécessitent un complément d'information : environ 200 messages sur 230 occupent de 1 à 10 % d'un chapitre. Seuls les manuels nos 31 et 42 présentent des messages occupant de 20 à 100 % d'un chapitre. Deux de ces messages les plus longs portent sur l'utilisation rationnelle de l'énergie et sur les conséquences de l'activité scientifique et technique pour l'écologie humaine.

Par ailleurs, on ne peut guère établir de rapport entre ces constatations et la pratique de l'enseignement. En effet, même si les professeurs utilisent principalement les manuels pour préparer leurs cours – et donc peuvent s'inspirer de certaines parties du manuel pour introduire une perspective sociale – notre enquête montre que l'introduction de cette

perspective ne constitue pas une priorité pour l'ensemble des professeurs.

En guise de conclusion, nous avons tracé un portrait encore grossier de l'interaction sciences, technologie et société dans les manuels de sciences, décrit les facettes de cette interaction les plus souvent mentionnées dans les manuels et montré l'écart existant entre les manuels à ce sujet. En général, selon notre méthode du nombre de messages, les manuels de sciences générales et de biologie présentent plus de contexte social que les manuels de sciences physiques. De toute évidence, certains manuels ne fournissent pas d'occasions permettant d'atteindre des objectifs concernant l'interaction science, technologie et société, tandis que d'autres en fournissent peu et il est extrêmement difficile, dans l'état actuel des directives ministérielles, de déterminer quelle quantité de contexte social de telle ou telle nature est suffisante pour réaliser ces objectifs. La question est de savoir si on y tient suffisamment pour être aussi spécifique à ce sujet qu'au sujet du contenu scientifique.

Le contexte canadien

Le tableau VIII.7 indique le nombre, le type, la longueur et la catégorie des messages constituant le contexte canadien dans les manuels de sciences examinés. La grille d'analyse, reproduite à l'annexe D, devait permettre de déterminer le degré de présence d'un contexte canadien défini comme l'ensemble des messages contenus dans le manuel, qui sont reliés sans équivoque à la réalité canadienne sous tous ses angles, dans ce qu'elle a d'original. Elle devait aussi permettre de dénombrer les situations où le contexte canadien est remplacé, sans raison valable, par un contexte étranger.

Ces messages ont été groupés en quatre catégories : physique (géographique), historique, socioculturelle et étrangère. Au tableau VIII.7, le nombre de messages est accompagné du nombre de photographies, illustrations ou graphiques qui constituent ou étayent certains d'entre eux, ainsi que de la somme approximative des lignes de texte qui y sont consacrées. Chaque partie du tableau contient des notes destinées à apporter des précisions sur les données présentées.

L'absence de contexte canadien dans les manuels de sciences a été remarquée dans le rapport Symons[12] et a fait l'objet d'un exposé à débattre rédigé par James Page[13]. Comme l'a montré l'analyse des directives dans le 5e chapitre de ce volume, la présence d'un tel contexte ne fait pas l'objet d'indications particulières dans les programmes d'études scientifiques, à de rares exceptions près. De plus, comme le montrent les réponses à la question n° 6 de l'enquête (voir volume II), les enseignants ne portent guère d'intérêt à la prise de conscience de l'activité scientifique au Canada comme objectif important de l'enseignement des sciences. La présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences, comme on le voit, constitue vraiment un sujet à débattre.

La lecture du tableau VIII.7 permet de classer les manuels examinés en deux grandes catégories. Dans la première se retrouvent les manuels dépourvus d'un contexte canadien, c'est-à-dire dont le contenu ne renferme

Tableau VIII.7a – Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	01	02	03	04	21	22	23	24	31	32	35
Dimension physique											
Nombre total de messages	7	6	2	7	4	0	2	6	100[c]	12	15
Photographies, illustrations, etc.	5	4	1	5	3	0	1	1	10[b]	5	3
Nombre total de lignes	16	7	7	16	23[e]	0	17	100[d]	600[d]	60[d]	40[d]
Dimension historique											
Nombre total de messages	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	3
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Nombre total de lignes	0	0	0	0	0	0	0	0	15[d]	0	25[d]
Dimension socioculturelle											
Nombre total de messages	0	0	7	0	0	0	2	2	30[c]	1	10
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	5
Nombre total de lignes	0	0	35	0	0	0	4	40[d]	180[d]	3	70[d]
Contexte étranger											
Nombre total de messages	6	0	0	0	2	0	4[g]	0	1	4	2
Photographies, illustrations, etc.	4[a]	0	0	0	2[f]	0	0	0	0	2	1
Nombre total de lignes	10[b]	0	0	0[b]	2	0	80[d]	0	2	50[d]	1

[a] Il s'agit de photographies de formations géologiques prises pour la plupart aux États-Unis.

[b] Il semble que les illustrations varient selon les éditions. À la page 279 du manuel *STEM, 5e année* (édition 1977) et à la même page de sa traduction, *Les chemins de la science, 5e année* (édition 1978), une série de photographies prises sur la terre et sur la lune sont soumises à la réflexion des enfants. L'édition anglaise conserve le drapeau des États-Unis alors que l'édition française le remplace par un drapeau canadien

[c] Minimum

[d] Environ

[e] Discussion de l'adoption du SI (Système international d'unités) au Canada

[f] Photographie d'une centrale nucléaire aux États-Unis

[g] Référence systématique à l'Amérique du Nord plutôt qu'au Canada

Tableau VIII.7b – Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. 1er et 2e cycles du secondaire : biologie (10 et 40)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17	41	42	43	44
Dimension physique											
Nombre total de messages	29	2	51	3	15	12	0	8	3	1	35
Photographies, illustrations, etc.	20[a]	1	14	2	4	34	0	5	3	0	14
Nombre total de lignes	800[a]	3	120[b]	4	26	70[b]	0	20[b]	35[b]	23	800[b]
Dimension historique											
Nombre total de messages	1[c]	0	0	0	2	0	1	0	1[h]	0	14
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	6
Nombre total de lignes	4	0	0	0	18	0	2	0	29	0	400[b]
Dimension socioculturelle											
Nombre total de messages	3	0	3	0	5	3	0	0	2	0	14
Photographies, illustrations, etc.	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	2
Nombre total de lignes	14	0	7	0	30[b]	20[b]	0	0	18	0	300[b]
Contexte étranger											
Nombre total de messages	8	0	2[e]	10[f]	0	10	2	17[g]	8	14[g]	1
Photographies, illustrations, etc.	1	(d)	0	2	0	7	1	7	2	4	0
Nombre total de lignes	40[b]	0	20[b]	15[b]	0	50[b]	30[b]	100[b]	50[b]	300[b]	40[b]

[a] Minimum
[b] Environ
[c] La maladie de la pomme de terre a causé l'immigration irlandaise au Canada en 1895.
[d] Toutes les photographies de ce manuel de biologie humaine ont été prises en France.
[e] Le Canada oublié comme producteur mondial de blé
[f] Tous les exemples viennent des États-Unis
[g] Exemples pris aux États-Unis
[h] Naissance de la pomme McIntosh au Canada

Tableau VIII.7c – Nombre, type et longueur des messages concernant le contexte canadien et le contexte étranger dans les manuels de sciences. 2e cycle du secondaire : chimie (50) et physique (60)

Code du manuel	51	51[a]	51[b]	52	53	54	55	56	61	62	63	64
Dimension physique												
Nombre total de messages	8	9	6	3	0	0	13	1	21	22	0	0
Photographies, illustrations, etc.	2	3	5	2	0	0	10	0	16	9	0	0
Nombre total de lignes	70[b]	160[b]	2	70[b,c]	0	0	15	2	60[b]	120[b]	0	0
Dimension historique												
Nombre total de messages	0	2	0	3	3[d]	1[d]	2	0	5	1[f]	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0
Nombre total de lignes	0	25	0	90[b]	15	30	13	0	110[b]	6	0	0
Dimension socioculturelle												
Nombre total de messages	0	3	1	2	0	0	4	2	40	10	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0
Nombre total de lignes	0	16	2	40[c]	0	0	40[b]	2	300[b]	70[b]	0	0
Contexte étranger												
Nombre total de messages	0	0	1	0	11	10[e]	1	4	4	7	0	0
Photographies, illustrations, etc.	0	0	1	0	1	3	0	4	2	4	0	0
Nombre total de lignes	0	0	0	0	100[b]	50[b]	1	5	20[b]	30[b]	0	0

[a] Minimum
[b] Environ
[c] Énergie atomique du Canada ltée, principalement
[d] Les scientifiques mentionnés sont Gillespie et (ou) Bartlett.
[e] Tous les exemples viennent des États-Unis.
[f] Rutherford

au pire aucun message relatif à la réalité canadienne, et au mieux quelques maigres références géographiques, historiques ou socioculturelles. C'est le cas des quatre manuels du niveau élémentaire, les nos 01, 02, 03 et 04, des manuels de biologie du 1er cycle du secondaire nos 12, 14 et 17, des manuels de sciences physiques du 1er cycle du secondaire nos 21, 22 et 23, des manuels de chimie du 2e cycle du secondaire nos 53, 54 et 56, et des manuels de biologie et de physique du 2e cycle du secondaire nos 41, 42, 43, 63 et 64. Ces manuels représentent environ 60 % de l'échantillon examiné. Cette catégorie se divise en deux sous-catégories. L'une comprend les manuels qui ne présentent pas ou très peu de contexte canadien ou de contexte étranger (manuels nos 01, 02, 03, 04, 12, 17, 21, 22, 23, 56, 63 et 64). Dans quelques-uns de ces manuels, quelques indices ici ou là trahissent leur origine étrangère et leur adaptation au marché canadien (par exemple : drapeaux, illustrations hors texte). L'autre sous-catégorie présente un contexte étranger (étatsunien la plupart du temps) alors que, selon les analystes qui ont examiné les manuels, des exemples canadiens auraient été plus appropriés. Voici quelques exemples relevés par les analystes :

Manuel n° 14 :

> « Le système métrique voit le jour en France en 1840. Dès 1878, son usage s'étend à la Belgique, la Grèce, l'Espagne, l'Allemagne et la Suède. Le système métrique est entré en vigueur aux États-Unis en 1866.[14] »
>
> « La plupart des habitants des États-Unis vivent dans des villes.[15] »

Manuel n° 41 : L'élève y apprend l'évolution du taux de mortalité aux États-Unis pendant le XXe siècle, les taux d'émigration et d'immigration aux États-Unis de 1911 à 1940, et les densités de population de l'État de Rhode Island et du Maine, mais rien de comparable à propos de son propre pays[16]. Ce même manuel propose pour modèle de carrière en biologie un professeur de l'Université de Californie à Berkeley[17], mais ne fait aucune mention d'universités ou de chercheurs canadiens.

Manuel n° 42 : Ici aussi, les statistiques sur la population concernent les États-Unis; de plus, le phénomène des pluies acides ne semble pas s'appliquer au Canada[18].

Manuel n° 43 : L'élève apprend les quantités maximales d'alcool que les chauffeurs des États-Unis peuvent ingurgiter avant de prendre le volant[19]. Les pourcentages de types sanguins sont donnés pour les États-Unis (Noirs et Blancs), la Suède, le Japon, Hawaï, la Chine, les aborigènes australiens et les autochtones nord-américains, mais pas pour les Canadiens[20].

Manuel n° 53 :

> « Supposons qu'il faille envoyer de New-York, un télégramme à un fermier qui vit dans une montagne du Nebraska...[21] »
>
> « Chaque année, on fabrique aux États-Unis plus de 20 millions de livres d'aspirine ou environ 150 cachets par personne[22]. »

Manuel n° 54 :

> « Un barrage, comme le barrage Hoover sur le Colorado, emmagasine de l'eau. On peut dire aussi qu'il emmagasine de l'énergie. Expliquer. »[23]

Il est à noter ici que la version française de ce manuel présente l'exercice de la façon suivante :

> « Un barrage, comme le barrage Manic 5 sur la rivière Manicouagan, emmagasine de l'eau. On peut dire aussi qu'il emmagasine de l'énergie. Expliquer. »[24]

L'examen des versions françaises de manuels américains nous a montré que dans la grande majorité des cas, la traduction était accompagnée d'une adaptation pour mieux rendre compte de la réalité canadienne ou pour supprimer les références manifestement étrangères. Dans sa version française, le manuel n° 54 appartiendrait plutôt à la première sous-catégorie : contexte canadien ou étranger à peu près absent. Profitons-en pour souligner la difficulté de ranger un manuel dans une catégorie précise ou dans une autre en l'absence de critères clairs pour déterminer la véritable existence d'un contexte canadien. Ces critères existent-ils? Sinon, désire-t-on vraiment s'en donner?

La deuxième catégorie de manuels examinés (n^{os} 11, 13, 15, 16, 24, 31, 32, 33, 44, 51, 52, 55, 61 et 62) comprend dans une certaine mesure un contexte canadien (qui peut varier d'un manuel à l'autre, revêtir plus ou moins d'intérêt, mais enfin il est là et les élèves acquièrent au moins quelques connaissances sur leur propre pays). Dans l'ensemble, ces manuels donnent beaucoup de références physiques ou géographiques. Certains même sont franchement régionalistes et offrent aussi beaucoup d'informations sur la Colombie-Britannique (n° 31), l'Alberta (n° 51 et fascicules facultatifs), l'Ontario (n° 44) et le Québec (presque tous les manuels francophones conçus ou adaptés pour cette province). La dimension socioculturelle est moins présente que la dimension physique, mais l'est plus que la dimension historique, la plus négligée des trois. L'ensemble des messages constituant le contexte canadien présente une grande variété dont il est difficile de rendre compte. Nous tenterons d'illustrer cette variété en donnant quelques exemples des dimensions historique et socioculturelle.

Comme nous le disions plus haut, l'histoire de l'activité scientifique et technique au Canada ne figure à peu près pas dans les manuels de sciences. Les expériences de Rutherford à l'Université McGill (1898-1907) sont souvent présentées comme exemple de la science canadienne (manuels n^{os} 61 et 62, par exemple), ce qui est contestable. Neil Bartlett est cité dans trois manuels (n^{os} 31, 53 et 54) pour sa synthèse de l'hexafluorure de xénon à l'Université de la Colombie-Britannique et R.J. Gillespie de l'Université McMaster, dans un manuel (n° 53), pour sa théorie sur la structure moléculaire. Dans un autre domaine, hommage est rendu à Sir Sandford Fleming pour sa proposition d'établir des fuseaux horaires et sa contribution à la construction du premier chemin de fer canadien (n° 31). Sir Frederick Banting est cité une fois pour l'isolation de l'insuline (n° 52).

Le rôle historique de l'Énergie atomique du Canada ltée est plus ou moins reconnu à trois reprises (nos 52, 61 et 62). Un fascicule du programme *ALCHEM* (n° 51a) mentionne l'histoire de l'industrie pétrochimique au Canada, et traite de l'industrie du polyéthylène en Alberta. Enfin, le manuel le plus riche en contexte historique est certainement le n° 44. Les références y abondent : le rôle d'Alexis Saint-Martin dans l'étude de la digestion, l'étude de l'héliotropisme par Kevan, de l'Université de Terre-Neuve, celle des quintuplées Dionne, etc. Toutefois, ce manuel de biologie oublie, comme tous ceux que nous avons examinés, le rôle essentiel du Frère Marie-Victorin, à la fois comme rédacteur scientifique de « La flore laurentienne » et comme promoteur de la science au Canada français.

Quant aux messages de caractère socioculturel, comme on peut s'y attendre, ils portent en grande partie sur des questions de pollution et de gestion de l'énergie qui peuvent se poser au Canada (nos 15, 23, 24, 33, 44, 52, 55, 61 et 62). L'activité minière est rarement citée comme facteur important de la vie canadienne (nos 11, 15), sauf dans un manuel, le n° 33, qui en traite longuement. Les caractéristiques de la nordicité canadienne en relation avec l'activité scientifique et technique n'apparaissent que très peu souvent : le froid (nos 31 et 44), la forêt (nos 03, 15, 16 et 44), l'eau (n° 32) et la faune (nos 13, 16 et 44). Un seul manuel, le n° 31, traite également du style de vie des Canadiens (surtout de leur alimentation et de ses conséquences malheureuses, à la lumière des découvertes médicales et diététiques) et du rôle d'incitation et de réglementation des gouvernements. Enfin, quelques manuels de notre échantillon (une dizaine) traitent de l'orientation professionnelle des élèves. Seulement huit de ces manuels donnent à l'élève des détails sur certaines carrières scientifiques et techniques. Notons que sept de ces manuels ont été conçus aux États-Unis et que ce sont eux qui donnent le plus de détails sur ces carrières.

En conclusion, nous pouvons affirmer que Thomas H.B. Symons et James Page avaient raison. En général, les manuels de sciences en usage dans les écoles canadiennes ne contiennent à peu près rien sur l'activité scientifique et technique au Canada, sur son histoire et son impact sur la société. Les professeurs qui désirent informer leurs élèves à ce sujet doivent manifestement chercher ailleurs que dans les manuels des sources d'information pertinente. Pourtant, quelques rares manuels arrivent à présenter au professeur et à l'élève un contenu scientifique dans un contexte où la réalité canadienne est présente. Quelles sont les caractéristiques de leurs auteurs et de leurs éditeurs? Le tableau VIII.8 montre clairement que lorsqu'un contexte canadien est présent, le manuel a été écrit par des Canadiens. Toutefois, le fait d'avoir des auteurs canadiens n'entraîne pas nécessairement la présence d'un contexte canadien (voir tableau VIII.9). Les auteurs des 18 manuels ne présentant que peu ou pas de contexte canadien sont américains, à quatre exceptions près, et l'existence d'un contexte étatsunien dans plusieurs de ces manuels montre qu'aucun effort d'adaptation à la réalité canadienne na été fait. Cet état de chose est confirmé par le fait que sept de ces manuels ont été écrits et imprimés aux États-Unis. Dans cette catégorie, les maisons d'édition anglocanadiennes ne sont pas

Tableau VIII.8 – Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est présent. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20), sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code du manuel	11	13	15	16	24[a]	31	32	33[b]	44	51	52	55[c]	61	62
Auteurs														
nombre	5	2	2	2	2	2	2	6	2	10	2	3	3	4
canadiens	5	1	2	2	2	2	2	6	2	10	2	3	3	4
américains autres														
non identifiés		1												
Maison d'édition														
canadienne[d]		x		x	x			x		x				x
filiale[e]	x		x			x	x		x		x	x	x	
étrangère														
Lieu d'impression														
Canada	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
États-Unis														
Autre														
non identifié														

[a] Le manuel n° 24 est la traduction française d'un manuel canadien publié par une filiale et imprimé au Canada.
[b] Le manuel n° 33 a été traduit en français.
[c] Le manuel n° 55, écrit par des Québécois, a l'honneur d'être le premier à avoir été traduit en anglais.
[d] Propriété canadienne. Sur les 6 maisons d'édition de cette ligne, 3 sont québécoises (nos 13, 16, 24), 2 sont ontariennes (nos 33 et 62) et une est albertaine (51).
[e] Filiale canadienne d'une maison multinationale étrangère

Tableau VIII.9 – Caractéristiques des auteurs et des maisons d'édition de manuels de sciences dont le contexte canadien est nul ou très faible. Primaire (00), 1er cycle du secondaire : biologie (10), sciences physiques (20), sciences générales (30); 2e cycle du secondaire : biologie (40), chimie (50), physique (60)

Code de manuel	01[a]	02[a]	03	04[b]	12	14	17	21	22[a]	23[b]	41	42	43[b]	53	54[b]	56[b]	63[b]	64
Auteurs																		
nombre	4	8	5	4	3	2	4	3	5	3	(g)	1	3	4	5	2	3	6
canadiens			2[e]		1					3								6
américains	4	8	3	4		2	4	3	5		(g)	1	2	4	5	2	3	
autres				2[f]														
non identifiés													1					
Maison d'édition																		
canadienne[c]	x	x			x		x		x									x
filiale[d]			x	x		x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	
étrangère											x							
Lieu d'impression																		
Canada	x	x					x			x								x
États-Unis				x		x					x		x	x	x	x	x	
non identifié			x		x			x				x						

[a] Les manuels nos 01, 02 et 22 sont des traductions françaises de manuels américains.
[b] Il existe des traductions françaises des manuels nos 04, 23, 43, 54, 56 et 63 en usage dans les écoles francophones du Canada.
[c] Propriété canadienne; les 5 maisons d'édition de cette ligne sont québécoises.
[d] Filiale canadienne d'une maison multinationale étrangère
[e] Colombie-Britannique
[f] France
[g] L'édition 1978 de ce manuel énumère plus de 50 collaborateurs, tous américains.

Tableau VIII.10 – Nombre de manuels analysés présentant un contexte canadien selon le niveau et la matière, utilisés par les répondants à l'enquête

	Manuels avec contexte canadien	Manuels sans contexte canadien	Autres (avec ou sans contexte)
Primaire	0	705	94
1er cycle du secondaire	332	168	307
2e cycle du secondaire			
Biologie	7	154	110
Chimie	60	64	143
Physique	82	53	65

représentées, au contraire de leurs homologues québécoises, qui publient les traductions de ces ouvrages américains. Les tableaux VIII.8 et VIII.9 montrent aussi que les manuels offrant le moins d'information sur l'activité scientifique et technique au Canada, son histoire et son impact social sont surtout employés au niveau primaire et au 2e cycle du secondaire. Afin de compléter les données et d'apprécier l'importance relative des manuels avec et sans contexte canadien, nous indiquons au tableau VIII.10 leur degré d'utilisation par les répondants à notre enquête. Enfin, selon notre enquête, les provinces de l'Ouest et les provinces de l'Atlantique sont celles où l'on a le plus de chances d'utiliser des manuels ne présentant que peu ou pas du tout de contexte canadien.

Nature de la science; histoire des sciences et des techniques

Lorsque nous avons décidé d'inclure dans notre analyse des manuels une section consacrée à la nature de l'activité scientifique, nous avions deux raisons. La première concernait la présence, dans les directives officielles, d'objectifs concernant la nature de la science du type de celui-ci : comprendre la façon dont la science « fonctionne ». La seconde nous était fournie par des critiques de l'enseignement des sciences comme Jacques Désautels, qui, dans son livre *École + science = échec*, soutient que :

> « Une première analyse de l'image du scientifique, du génie et de sa relation à l'évolution de la connaissance scientifique montre que l'on véhicule une image tronquée de la réalité qui favorise le maintien des mythes. Or, toute action pédagogique qui va dans ce sens contribue à l'aliénation de l'élève. »[25]

Immédiatement, une série de questions se sont posées. La première, directement inspirée par l'orientation proprement dite de l'étude, cherche à déterminer quelles occasions les auteurs de manuels donnent aux élèves pour comprendre la nature de la science. La deuxième est : comment les auteurs, quand ils choisissent de le faire pour illustrer la nature de la science, introduisent-ils et utilisent-ils l'histoire des sciences? Ces questions semblent assez techniques. Toutefois, nous nous sommes vite rendu compte que des concepts tels que la nature de la science ou l'histoire des sciences revêtaient des sens différents selon les auteurs de manuels et que l'ensemble des messages à leur sujet étaient le plus souvent implicites. Encore une fois, notre étude n'est pas normative. En ce sens, nous ne pouvions

guère partir d'une définition largement acceptée de la nature de l'activité scientifique (si toutefois une telle définition existe) et entreprendre une comparaison de cette définition avec celle proposée, explicitement ou implicitement, par les auteurs. En nous limitant à une analyse descriptive, nous devons rendre compte d'une réalité multiforme et difficile à appréhender qu'on peut résumer sous le titre de « science des manuels ». Et la question fondamentale devient : qu'est ce que cette science des manuels? Y répondre présente une difficulté de taille, d'autant plus grande que très peu de recherches ont été entreprises à ce sujet. De plus, l'image de la science véhiculée par un manuel ne constitue qu'une des images à la disposition de l'élève. En effet, si l'élève se fait une représentation de la nature de la science, cette dernière est probablement le résultat d'un choc entre ses propres préconceptions et les « philosophies spontanées » de la science auxquelles adhèrent son professeur et les auteurs de son manuel. Il est donc ici particulièrement délicat d'inférer quoique ce soit, à propos de l'élève, de la présence de messages concernant la nature de la science dans les manuels.

À première vue, la « science des manuels » opère à deux niveaux. Au niveau du discours, on la découvre en lisant les définitions qu'en donnent les auteurs. Au niveau de la pratique, on la cerne en examinant le type d'activités exigées des élèves (si toutefois les auteurs prétendent que l'élève doit travailler comme un « vrai » scientifique), en recensant les messages du manuel qui permettent à l'élève de dire « la science fonctionne comme ça », et en déterminant pourquoi et comment les auteurs font appel à l'histoire des sciences. En effet, les références à l'histoire des sciences fournissent généralement des occasions de dire à l'élève, explicitement ou implicitement, ce qu'est la nature de la science. Pour un seul manuel, tout cela représente une tâche considérable. Pour les fins de cette analyse, nous nous sommes limités à un survol assez superficiel et il reste beaucoup de travail à faire. Toutefois, nos données, même en quantité réduite, permettent de soulever un certain nombre de questions à débattre dans le cadre de la délibération et, comme nous l'avons fait dans les sections précédentes, c'est par ces questions que nous conclurons.

Nature de la science

Les messages explicites à propos de la nature de la science prennent le plus souvent la forme de définitions de ce que sont la science et la méthode scientifique. Très peu de manuels ne comportent aucune indication à ce sujet; il s'agit surtout des manuels destinés au niveau primaire qui, s'ils ne contiennent rien à l'usage de l'élève, proposent aux instituteurs des messages tels que celui-ci :

> « ...ils (les élèves) deviendront aptes à utiliser d'autres processus : observer, mesurer, noter des résultats, prédire, formuler des hypothèses et construire des modèles[26]. »

Il peut aussi s'agir, mais rarement, de manuels destinés aux niveaux supérieurs, dont les auteurs conçoivent une vision de la science comme

un ensemble de faits, de découvertes, etc., qu'il s'agit de « transmettre » aux élèves. Ainsi :

> « De même que pour la cellule, les auteurs ont voulu signaler, en ces chapitres comme en tous les autres, les dernières découvertes de la science et convier, par des exposés simples et clairs, les élèves à en prendre connaissance[27]. »

La grande majorité des auteurs de manuels de sciences s'entendent pour dire à l'élève que la science constitue à la fois un produit et un processus, même si la façon de le dire diffère quelque peu. La plupart des auteurs donnent une définition de la science ou de leur discipline, suivie d'une définition de la méthode scientifique dont le but principal est de résoudre des problèmes pour accroître le savoir.

L'analyse a montré que dans 6 des 14 manuels destinés au 1er cycle du secondaire et dans 7 des 14 manuels destinés au 2e cycle, les auteurs donnent de la méthode scientifique une description schématique qui comporte les étapes suivantes (pas nécessairement dans cet ordre) : définition d'un problème, observation, cueillette d'information, hypothèse, conception d'une expérience où les variables sont contrôlées, vérification et communication des résultats. Cette méthode semble indépendante de la matière (physique, chimie ou biologie). Les manuels du 1er cycle du secondaire qui ne présentent pas de tels schémas (nos 17, 31 et 33) insistent plutôt sur le contrôle des variables comme garantie d'une expérience réussie. Dans leur cas, la question qui paraît importante n'est pas « comment expliquer tel phénomène? » mais « de quoi tel phénomène dépend-il? » Au 2e cycle du secondaire, un seul manuel de chimie (n° 51) ne propose pas de définition schématique de la science. Toutefois, les messages implicites n'y manquent pas et nous y reviendrons. Les manuels de physique, dans leur ensemble, considèrent l'observation et l'expérimentation comme les moteurs de l'activité scientifique, avec la construction de modèles et de théories comme produit attendu. Un seul manuel de biologie propose un schéma traditionnel de la méthode scientifique (n° 43), auquel s'ajoute un schéma de la méthode « technique » : suivre à la lettre un protocole d'expérience, observer attentivement et transcrire toutes les données.

Quelques auteurs de manuels qui choisissent de diviser en étapes la méthode scientifique formulent quand même des réserves à ce sujet :

> « En pratique, un scientifique ne passe pas nécessairement par toutes ces étapes. L'étude de la façon dont travaillent les scientifiques dont les travaux sont couronnés de succès montre que la résolution de problèmes ne se fait pas par une succession d'étapes définies. Les scientifiques sont des gens créatifs qui résolvent des problèmes de plusieurs façons. La créativité, la chance, le travail acharné et l'intelligence des conjectures sont autant de caractéristiques de la résolution de problèmes scientifiques. »[28]

> « Traditionnellement, la méthode scientifique consiste à observer la nature, à rechercher les traits communs, etc. C'est une méthode qui a fait ses preuves et que quelques scientifiques tiennent pour accep-

table. Toutefois, toute méthode combinant la curiosité et l'imagination et qui utilise l'expérimentation pour déceler des constantes dans la nature sera considérée comme acceptable par les scientifiques. »[29]

Quoiqu'il arrive, il faut se demander pourquoi une telle description de la démarche scientifique (souvent suivie d'exemples de laboratoire ou historiques) apparaît si souvent dans les manuels de sciences. On peut invoquer d'abord son caractère essentiellement informatif; selon les auteurs, c'est de cette façon que les scientifiques travaillent et il est nécessaire d'en donner une description. À ceci s'ajoute une série de suppositions implicites de nature scientifique et pédagogique de la part des auteurs de manuels : non seulement les scientifiques travaillent-ils de cette façon, mais c'est de cette façon que les élèves *doivent* travailler :

« En étudiant la physique, vous allez en quelque sorte imiter les démarches qui nous ont permis de conquérir une connaissance du monde de plus en plus exacte[30]. »

Pédagogiquement, un auteur soutient qu'une fois les étapes de la méthode scientifique maîtrisées au début, le reste ira plus facilement :

« Une fois maîtrisé par l'élève, ce processus scientifique lui permettra de saisir le contenu scientifique au fil des chapitres suivants[31]. »

L'introduction d'une définition de la science comme produit et processus servirait donc deux buts. Le premier serait de montrer à l'élève comment il doit travailler et le second de lui montrer qu'effectivement, les scientifiques travaillent de cette façon. Nous avons déjà vu, par l'analyse des tâches exigées de l'élève pendant les séances de laboratoire, qu'on ne fait que très rarement appel à toute la gamme des habiletés mises en jeu dans la démarche scientifique. Par ailleurs, la science en action telle que représentée dans les manuels obéit-elle au schéma présenté dans les premiers chapitres? Il faut reconnaître que les auteurs, dans l'ensemble, font un certain effort pour y arriver, mais sans toutefois se prononcer sur la quantité de contenu qu'ils estiment indispensable pour une année scolaire. Cela explique l'introduction d'entités théoriques dans des manuels comme si leur découverte allait de soi :

« Puis, le *neutron* a été découvert en 1932. C'est une particule de masse presque égale à celle du proton (elle est en fait un petit peu plus lourde), mais dénuée de charge électrique[32]. »

Selon nous, le malaise qui provient d'une lecture épistémologique des manuels de sciences vient peut-être du fait que les manuels n'ont pas été écrits dans le but d'éclaircir la nature de la science et qu'il a fallu introduire cet objectif lorsque la science comme processus est devenue un leitmotiv de l'enseignement des sciences, c'est-à-dire assez récemment. En d'autres termes, la classe de sciences est-elle bien l'endroit où exposer la nature de l'activité scientifique? Comme l'ont montré Orpwood et Roberts[33], ainsi que Factor et Kooser[34] (ces derniers plus en détail), cet enseignement se fait, presque involontairement, sans que ni l'élève ni son professeur ne soit véritablement prévenu du modèle qu'on lui propose. Cela dit, expliciter ce qu'il y a d'implicite à propos de la nature de la science dans les manuels ne réglerait qu'une partie du problème; la question de

savoir de quelle science il faut enseigner la nature demeurerait entière. En effet, l'activité scientifique, telle que décrite explicitement dans la plupart des manuels de sciences que nous avons examinés, est essentiellement de type inductif. Cependant, ni l'organisation du contenu ni celle des séances de laboratoire ne favorise (sauf exception; voir l'analyse des tâches au laboratoire) cette approche. On peut se demander, avec Factor et Kooser, si cette habitude qu'ont les auteurs de décrire explicitement la nature de la science ne constitue pas un élément de ce qu'ils appellent la « standardisation » des manuels[35].

Parmi les autres caractéristiques (mise à part l'inductivité) que les auteurs attribuent à la nature de la science, on trouve la coopération et la communication.

> « La quatrième dimension de l'activité scientifique est la plus importante sous plusieurs aspects. La structure de la science ne peut se solidifier que grâce à la communication de ses propres idées aux autres, qui doivent confirmer les résultats expérimentaux et vérifier les explications. »[36]

Or, ce que nous apprend l'examen des manuels de sciences est que d'une part, la seule oeuvre concrète de communication à laquelle on invite l'élève est la remise périodique de rapports de laboratoire à son professeur (sans que celui-là ait à coopérer avec ses collègues, le plus souvent) et que, d'autre part, à aucun moment l'élève n'a l'occasion de prendre connaissance et de discuter de publications originales, qui témoigneraient de cette communication. De plus, un seul manuel trace un portrait plus varié de la communication scientifique que celui cité plus haut. En effet, le manuel *ALCHEM 10* (n° 51) fournit, quoique de façon implicite, les informations suivantes : a) des scientifiques partagent l'information pour faire avancer un développement théorique; b) plusieurs scientifiques travaillant de façon indépendante peuvent faire la même découverte; et c) des scientifiques peuvent, dans une situation de concurrence, retenir certaines informations pour des raisons d'intérêt personnel ou de sécurité nationale.

Enfin, la dernière caractéristique de la nature de la science que nous avons considérée est son aspect essentiellement dynamique : les connaissances scientifiques sont appelées à être constamment modifiées :

> « L'homme, au cours des siècles, a changé très souvent ses idées concernant la structure de la matière. Les théories ne sont pas nécessairement des vérités; elles ne sont que des explications temporaires. »[37]

L'examen des manuels à ce propos montre que, d'une part, la science va de succès en succès dans son oeuvre de rectification des représentations fausses et que, d'autre part, les représentations des phénomènes naturels que possède l'élève avant les cours de sciences (représentations préscientifiques[38]) ne sont aucunement prises en considération. On peut lire par exemple qu'« en réalité, le débutant n'a aucun préjugé sur le caractère planétaire de l'atome[39] » alors que ce modèle est largement soumis à l'attention des enfants dans les programmes de vulgarisation scientifique, les bandes dessinées, certains symboles publicitaires, etc.

Les questions soulevées par les quelques remarques qui précèdent portent sur la priorité relative qu'il faut effectivement donner à la connaissance de la nature de la science et sur les moyens à prendre pour y arriver. On ne pourra guère, en tout cas, éviter la nécessité de déterminer la vraie nature de la science. Comme le soulignent Factor et Kooser :

> « Si la science représente effectivement un des moyens de chercher la vérité et si c'est cette recherche de la vérité qui leur confère sa valeur intrinsèque primordiale (comme le prétendent plusieurs auteurs), alors pourquoi l'exposé sur la nature de la science n'est-il pas plus conforme à la réalité »?[40]

En attendant, ne serait-il pas approprié de déterminer plus en profondeur quels sont les postulats utilisés par les auteurs de manuels pour présenter la façon dont le savoir scientifique se construit, même si la tâche est difficile et si peu de chercheurs s'y sont risqués[41]?

Histoire des sciences et des techniques

Nous étions particulièrement intéressés par l'utilisation de l'histoire des sciences dans les manuels, car même si les objectifs la concernant ne semblent revêtir de l'importance ni pour les ministères ni pour les professeurs, rares sont les auteurs de manuels de sciences qui choisissent de ne pas en tenir compte complètement (sauf pour le niveau primaire). Les messages à caractère historique se placent entre deux extrêmes, le premier ne présentant que des noms de savants et les dates de leurs découvertes, et le second proposant des études de cas détaillées de l'histoire des sciences. Dans l'ensemble, les auteurs ne proposent que rarement des objectifs concernant l'histoire des sciences, et pas toujours de façon claire :

> « Les élèves devraient reconnaître la contribution d'individus variés au savoir scientifique[42]. »
>
> « Fournir une perspective historique à l'évolution des sciences[43]. »
>
> « Vous exposer quelques-unes des grandes idées scientifiques qui ont contribué à l'évolution du monde et qui le feront encore évoluer dans l'avenir[44]. »
>
> « Comprendre l'évolution historique des concepts biologiques et leur dépendance de la nature de la société et des techniques à chaque moment de l'histoire[45]. »
>
> « ...pour que les élèves comprennent mieux le sens des découvertes biologiques récentes s'ils apprennent en premier lieu les exposés classiques du problème[46]. »
>
> « ...pour montrer que le progrès scientifique ne s'obtient pas facilement et qu'il résulte habituellement de la modification d'une théorie existante afin d'accommoder de nouvelles données[47]. »
>
> « ...nous suggérons aux professeurs de concrétiser et de situer dans l'histoire l'application des propriétés d'un modèle[48]. »
>
> « Nous avons pris la peine de vous la présenter dans son contexte historique pour plusieurs raisons. La raison la plus importante, peut-

être, est que vous puissiez apprécier le caractère humain de la nature de la science. »[49]

Comme on s'en rend compte, on peut introduire l'histoire des sciences parce que : a) elle est intéressante en elle-même; b) elle présente des avantages pédagogiques pour la compréhension des concepts; et c) elle illustre le caractère humain de la science et la nature de l'activité scientifique. Un seul manuel souligne l'attrait de l'histoire des sciences pour l'élève :

« Des textes faisant référence à l'histoire permettent de susciter l'intérêt des élèves pour un thème donné[50]. »

Un autre choisit de ne pas mettre en relief l'histoire des sciences et prétend que :

« *Chemistry : Experiments and Principles* présente la chimie comme elle est aujourd'hui[51]. »

Nous avons présenté sous forme de tableau les données concernant la place de l'histoire des sciences dans les manuels. Nous avons voulu obtenir des renseignements sur les deux façons extrêmes de l'introduire (du nombre de scientifiques cités au nombre d'études de cas) et sur les formes intermédiaires (associer, par exemple, le nom d'un scientifique à un travail d'équipe ou à une méthodologie particulière). Le lecteur pourra se rendre compte, à la lecture du tableau VIII.11, que tous les manuels de sciences du niveau secondaire sauf un mentionnent des scientifiques, et habituellement plus au 2e cycle qu'au 1er. Dans 16 manuels sur 22, la moitié et plus de ces scientifiques ne sont mentionnés que pour leur associer un fait, une loi ou une théorie. Seul un petit nombre de manuels (six) décrivent, selon un modèle schématique de la méthode scientifique, les travaux de 50 % et plus des savants dont ils citent le nom. Le plus souvent, on apprend ce que les savants ont découvert, mais rarement pourquoi ils étudiaient tel phénomène particulier. De plus, et de façon générale, ces scientifiques ne sont pas situés dans un contexte historique ou social.

Enfin, malgré l'importance donnée par les auteurs de manuels de sciences à la communication scientifique, ils ne précisent pas souvent le type d'équipe ou de réseau de communication dans lequel les scientifiques travaillent. Le cas le plus représentatif de cette situation est la présentation de l'élaboration du modèle atomique dans cinq manuels de chimie[52] destinés au 2e cycle du secondaire.

Dans chacun de ces manuels, l'élève voit se former le modèle atomique de J.J. Thomson à Niels Bohr, en passant par les rectifications de Ernest Rutherford et James Chadwick. À aucun moment il n'est mentionné que ces scientifiques se connaissaient bien et que l'atmosphère du laboratoire Cavendish de l'Université de Cambridge, dont J.J. Thomson fut le directeur de 1884 à 1919 et où Ernest Rutherford fut son étudiant à partir de 1895 pour ensuite le remplacer comme directeur en 1919, avait quelque chose à voir avec ces réussites. On ne dit pas non plus que Niels Bohr avait été l'étudiant de J.J. Thomson à Cambridge et de E. Rutherford à Manchester, ni que James Chadwick avait travaillé sous la supervision de Rutherford à Cambridge. Ceci constitue un exemple de ce qu'on peut

appeler la « science des manuels », où les événements historiques sont présentés hors de leur contexte et où leurs acteurs sont généralement décrits (souvent dans des biographies) comme des génies solitaires qui ont eu la bonne idée au bon moment.

L'autre question soulevée par cette histoire est encore une fois celle de la standardisation des manuels. Aucun de ces cinq manuels ne différait significativement dans la façon d'écrire l'histoire du modèle atomique. Lorsque nous avons voulu déterminer dans quelle mesure cette standardisation était présente, nous avons cherché d'autres exemples et nous en avons trouvé facilement. Ces cinq manuels recourent tous au procédé Haber de synthèse de l'ammoniac pour illustrer l'équilibre chimique en phase gazeuse ou ses applications. Comment expliquer une telle unanimité dans le choix des exemples, sinon par le phénomène de standardisation? Il nous a aussi paru curieux que les auteurs de manuels de sciences n'indiquent pas la source de leur documentation pour rédiger leurs ouvrages, à de rares exceptions près, dont la série *ALCHEM*. Sauf pour les rééditions successives des manuels américains du type *PSSC*, *CHEMStudy* et *BSCS*, qui disent se fonder sur l'édition originale, aucun auteur ne cite ses sources. Est-il si déraisonnable de penser que ces sources soient principalement constituées par d'autres manuels de sciences et que cette façon de faire encourage la standardisation des manuels?

Nous avons aussi cherché à savoir si les auteurs de manuels introduisaient des études de cas en histoire des sciences. Pour définir une étude de cas, nous avons utilisé les critères de Watson et Klopfer (voir annexe D). Le tableau VIII.11 donne une idée de la présence de telles études dans les manuels de sciences et, par conséquent, de la fréquence avec laquelle les élèves sont invités à se faire de la science une autre idée que celle de la « science des manuels ». En général, les auteurs proposent aux élèves des études de cas qui n'obéissent pas nécessairement aux critères choisis (le cas du développement du modèle atomique en est un exemple). Le manuel le plus riche en études de cas historiques est *Project Physics*, de J. Rutherford et coll., publié par Holt, Rinehart et Winston (anciennement *Harvard Project Physics*) et dont il existe une version canadienne qui en reprend de larges extraits, signée par D. Paul et coll., et publiée par le même éditeur. Il est intéressant de noter que Fletcher Watson, dont nous utilisons les critères pour identifier une étude de cas, est l'un des auteurs de ce manuel.

Le tableau VIII.11 montre aussi que les manuels de sciences présentent rarement aux élèves des illustrations ou des fac-similés de publications originales. Lorsque les auteurs citent le nom de femmes scientifiques, c'est celui de Marie Curie qui revient le plus souvent. Enfin, peu de scientifiques canadiens sont évoqués, sauf dans le manuel de biologie n° 44 où 14 d'entre eux bénéficient de quelques lignes. Dans les autres manuels, les élèves apprennent l'existence de Pierre Dansereau (n° 13), de Neil Bartlett (n^{os} 31 et 54), de Sir Frederick Banting (n° 52), de R.J. Gillespie et de Gerald Herzberg (n° 53), de Sir Sandford Fleming (n° 31) et de Hans Selye (n° 42).

Tableau VIII.11a – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 1er cycle du secondaire, biologie (10)

Code du manuel	11	12	13	14	15	16	17
Buts							
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x	?			x		
Scientifiques							
Nombre total de scientifiques cités	27	24	14	32	23	0	6
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	19	46	100	46	57	0	100
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon "la méthode scientifique"	67	8	0	38	43	0	100
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	56	4	0	16	13	0	100
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	74	0	0	6	17	0	100
Proportion de femmes scientifiques citées	0	0	0	0	0	0	0
Études de cas							
Présence d'études de cas	x[a]	x[b]					
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	0	0	0	1	1	0	7

[a] Génération spontanée et théorie cellulaire
[b] Découverte d'une avitaminose

Tableau VIII.11b – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 1er cycle du secondaire, sciences physiques (20) et sciences générales (30)

Code du manuel	21	22	23	24	31	32	33
Buts							
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x			x[c]			
Scientifiques							
Nombre total de scientifiques cités	13	14	17	35	33	6[g]	8
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	62	57	41	43	27	100	25
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	15	43	59	22	6	33	75
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	15	7	24	0	73	33	75
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	0	14	6	0	0	0	0
Proportion de femmes scientifiques citées	8	7	0	0	3[e]	0	0
Études de cas							
Présence d'études de cas		x[a]	x[b]	x[d]	x[f]		
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	0	2	1	1	0	0	6

[a] Loi des proportions définies, élaboration du tableau périodique, analyse spectrale, découverte de la radioactivité
[b] Abandon de la théorie du calorique, mesure de la vitesse de la lumière, énergie thermique et ses conversions
[c] Vous proposer quelques-unes des grandes idées scientifiques qui ont contribué à l'évolution du monde et qui le feront encore évoluer dans l'avenir
[d] Structure de la matière, nature de la chaleur
[e] Marie Curie
[f] Classification périodique et modèle de l'atome (traité partiellement)
[g] Environ 3 phrases par scientifique

Tableau VIII.11c – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 2e cycle du secondaire, biologie (40) et physique (60)

Code du manuel	41	42	43	44	61	62	63	64
Buts								
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	x	x				x		x
Scientifiques								
Nombre total de scientifiques cités	61	125	82	91	66	49	89	11
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	62	30	65	16	41	84	30	82
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	26	70	26	36	15	10	0	0
Proportion de scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	8	33	34	14	[illegible]	0	0	18
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	3	39	21	31	[illegible]	[illegible]	0	0
Proportion de femmes scientifiques citées	12	5	1	6	3	[illegible]	2	0
Études de cas								
Présence d'études de cas		x[a]	(b)	x[c]			x[d]	
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	3	1	3	0	34	0	31	0

[a] Origine de la vie, photosynthèse, Mendel, évolution, etc.
[b] Beaucoup de biographies
[c] Évolution et sélection naturelle
[d] Système solaire, forces et mouvement, effet photoélectrique, etc.

Tableau VIII.11d – Présence de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences : 2e cycle du secondaire, chimie (50)

Code du manuel	51	52	53	54	55	56
Buts						
Présence d'un objectif concernant l'histoire des sciences	(a)	x			x	x
Scientifiques						
Nombre total de scientifiques cités	26	61	69	50	30	35
Proportion de scientifiques cités pour simplement qualifier une loi, une théorie, etc.	72	62	30	56	60	33
Proportion de scientifiques dont les travaux sont décrits selon « la méthode scientifique »	28	33	29	24	40	16
Proportion des scientifiques qui sont associés à un contexte historique et (ou) social	12	2	68	2	37	66
Proportion de scientifiques cités associés à une équipe de recherche, un réseau d'information, etc.	12	20	38	18	0	20
Proportion de femmes scientifiques citées	0	3	1	4	3	0
Études de cas						
Présence d'études de cas	x[b]	x[c]			x[d]	x[e]
Illustrations ou publications associées à l'histoire des sciences	2	0	0	0	6	2

[a] « Le manuel présente beaucoup de références historiques et de biographies de scientifiques célèbres. » (notre traduction)
[b] Histoire du tableau périodique, développement du modèle atomique, Lavoisier et les débuts de la chimie quantitative
[c] Théorie moderne de la combustion, découverte de la radioactivité
[d] Partiel : modèle atomique et tableau périodique
[e] Théorie atomique

En conclusion, nous rappellerons ici quelques questions suscitées par ce bref examen de la « science des manuels ». Si connaître la nature de la science constitue l'un des objectifs désirés de l'enseignement des sciences, ne faudrait-il pas qu'élèves et professeurs soient bien conscients des divers messages implicites à son propros que l'on retrouve dans les manuels? Cette « science des manuels », qui procède à la fois d'une vocation secondaire du manuel (la première étant de livrer un contenu de façon claire) et d'une standardisation générale de ces manuels, est-elle un modèle acceptable? Une nouvelle politique, comme celle du Québec, en vertu de laquelle les auteurs devront produire des manuels en conformité avec des objectifs définis, constitue-t-elle un pas vers la disparition de cette standardisation? D'autres mesures sont-elles nécessaires? L'enfant doit-il, pour acquérir une démarche scientifique, se comporter comme un scientifique?

Nous sommes conscients de la partie assez vaste des questions soulevées par la présente étude. En fait, il aurait difficilement pu en être autrement, compte tenu de l'ampleur du problème de la description de l'activité scientifique dans les manuels. À ce sujet, on peut se demander si la cause de ce problème n'est pas le manque d'intérêt pour la recherche sur les manuels de sciences en Amérique du Nord. En effet, sur notre continent, les manuels ont quelquefois souffert de l'accent mis sur les méthodes actives et sur l'individualisation de l'enseignement, tendance qui a pour effet de réduire l'importance du manuel[53]. Or l'enquête, de même que l'examen de la pratique dans les écoles secondaires, démontrent l'importance du rôle joué par le manuel, et c'est pourquoi nous croyons que l'enseignement des sciences, tout comme le débat qu'il suscite, ont tout à gagner d'une meilleure compréhension de l'influence des manuels sur les élèves, l'enseignement et l'apprentissage.

Bibliographie et notes

I. Objet central de l'étude

1. Thomas H.B. Symons, *Se connaître*, Rapport de la Commission d'enquête sur les études canadiennes, Association des universités et collèges du Canada, Ottawa, 1975, volume I, p. 172.

2. *Ibid.*, p. 151.

3. David Suzuki, « Science Should Start with an R », *Maclean's*, le 21 janvier 1980, p. 4.

4. Par exemple : David Suzuki, « The Impact of Science and Technology on Education », Allocution prononcée au congrès annuel de l'Association canadienne de l'éducation, Vancouver, le 24 septembre 1980.

5. Jacques Désautels, *École + Science = Échec*, Québec Science Éditeur, Québec, 1980, p. 11.

6. Voir par exemple National Science Foundation et Department of Education, *Science and Engineering Education for the 1980s and Beyond*, Rapport adressé au Président, Washington (D.C.), 1980.

7. Par exemple l'Association for Science Education, *Education Through Science*, Exposé de politique, Hatfield (Herts.), Grande-Bretagne, 1981.

8. UNESCO, Congrès international sur l'enseignement de la science et de la technologie et le développement national, Unesco, Paris, du 23 novembre au 2 décembre 1981.

9. Pour une analyse des mouvements intellectuels dont il s'agit, voir Martin Rein et Donald A. Schön, « Problem Setting in Policy Research », dans *Using Social Research in Public Policy Making*, sous la direction de Carol H. Weiss, Lexington Books, Lexington (Massachussets), 1977, p. 235 à 251.

10. Douglas A. Roberts, « Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education », *Science Education*, 1982, vol. 60, n° 2, p. 243 à 260.

11. Chris Argyris et Donald A. Schön, *Theory in Practice: Increasing Professional Effectiveness*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1974.

12. Douglas A. Roberts, *op. cit.*, p. 245.

13. Douglas A. Roberts, « Curriculum Emphases as a Key Area for Decision Making: The Case of School Science », paru dans *Studies of Curriculum Decision Making*, sous la direction de K.A. Leithwood, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1982.

14. Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, *Properties of Matter: A Teacher's Guide to Alternative Versions*, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1979.

15. Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, « Classroom Events and Curricular Intentions: A Case Study in Science Education », paru dans la *Revue canadienne de l'Éducation*, 1982, vol. 7, n° 2, p. 1 à 15.

16. Chris Argyris et Donald A. Schön, *op. cit.*, p. 4.

17. Chris Argyris, *Reasoning, Learning, and Action: Individual and Organizational*, Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1982, p. 83.

18. Chris Argyris et Donald A. Schön, *op. cit.*, p. 7 (c'est nous qui soulignons).

19. Chris Argyris, *op. cit.*, p. 85.

20. John K. Olson, « Teacher Constructs and Curriculum Change », paru dans *Journal of Curriculum Studies*, janvier-mars 1980, vol. 12, n° 1, p. 4.

II. Investigation dialoguée

1. Pour une bonne part, cette section s'inspire directement de : Graham W.F. Orpwood, *The Logic of Curriculum Policy Deliberation: An Analytic Study from Science Education*, thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1981 (ED 211 372).

2. Voir Leroi B. Daniels, « The Concept of Curriculum », document remis lors la réunion annuelle de la Société canadienne pour l'étude de l'enseignement, Halifax, 1981.

3. Par exemple K.A. Leithwood et coll., *Planning Curriculum Change*, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1976; voir particulièrement le chapitre 4.

4. Len Berk, Editorial, *Curriculum Inquiry*, 1976, vol. 6, n° 2, p. 99 et 100.

5. *Ibid.*, p. 100.

6. La distinction est faite par Ernest R. House dans « Technology versus Craft: A Ten Year Perspective on Innovation », *Journal of Curriculum Studies*, 1979, vol. 11, n° 1, p. 11.

7. Aristote, *La Politique*, Éditions Gonthier, Presses universitaires de France, Paris, 1980, p. 74.

8. F. Michael Connelly, Florence G. Irvine et Robin J. Enns, « Stakeholders in Curriculum », dans *Curriculum Planning for the Classroom*, sous la direction de F.M. Connelly, A.S. Dukacz et F. Quinlan, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1980, p. 44 à 55.

9. *Ibid.*, p. 44.

10. La description de la méthode des débats pour l'examen des problèmes de programme d'étude est donnée par Joseph J. Schwab dans *The Practical: A Language for Curriculum*, National Education Association, Washington (D.C.), 1970, et dans « The Practical 3: Translation into Curriculum », *School Review*, août 1973, vol. 81, n° 4, p. 501 à 522.

11. Graham W.F. Orpwood, « The Ethics of Involvement by Researchers in Curriculum Policymaking », Journal of Educational Thought, décembre 1983, vol. 17, n° 3, p. 221 à 229. Voir aussi William A. Reid, « Schools, Teachers and Curriculum Change: The Moral Dimension of Theory Building », *Educational Theory*, automne 1979, vol. 29, n° 4.

12. Autres exposés de la série : Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*; Donald George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*; Hugh Munby, *Qu'est-ce que la pensée scientifique?*; Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*; Douglas A. Roberts, *La culture scientifique – Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école*.

13. Comptes rendus d'ateliers publiés à ce jour : *Qui fait tourner la roue?*, travaux d'un atelier sur les femmes et l'enseignement des sciences; rédactrice : Janet Ferguson; *Les sciences au Québec : Quelle éducation?*, sous la direction de Jean-Pascal Souque et Paul Dufour.

14. Joseph J. Schwab, *The Practical: A Language for Curriculum*, National Education Association, Washington (D.C.), 1970, p. 36.

III. Recherches pour alimenter la délibération

1. Stephen Toulmin, *Human Understanding*, Princeton University Press, Princeton (N.J.), p. 153.

2. Par exemple plusieurs essais dans : A. Hugh Munby, Graham W.F. Orpwood et Thomas L. Russell, *Seeing Curriculum in a New Light: Essays: from*

Science Education, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE), Toronto, 1980.

3. Freema Elbaz, « The Teacher's Practical Knowledge: A Case Study », thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1980.

4. Geoffrey Vickers, *The Art of Judgment: A Study of Policymaking*, Chapman and Hall, Londres, 1965, p. 39.

5. Robert E. Stake et Jack A. Easley fils, *Case Studies in Science Education*, U.S. Government Printing Office, Washington (D.C.), 1978.

6. John Olson et Thomas Russell, « Draft Plans for a Series of Case Studies of Canadian Science Education », document inédit préparé pour le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil des sciences du Canada, octobre 1980, p. 3.

7. Sam D. Seiber, « The Integration of Fieldwork and Survey Methods », *American Journal of Sociology*, 1973, vol. 78, n° 6, p. 1335 à 1359.

IV. La science dans le programme d'études des écoles

1. En anglais, le mot « ministry » n'est employé en réalité qu'en Ontario et en Colombie-Britannique; ailleurs au Canada, c'est le mot « department » qui sert à désigner la direction générale du gouvernement (de la province ou du territoire) chargée de l'éducation. En français, le mot « ministère » s'applique dans tous les cas.

2. L'accord de collaboration conclu par le Conseil des sciences et le CMEC comprenait l'engagement du Conseil des sciences à ne répéter aucune étude du CMEC. C'est pourquoi les travaux dont font état les rapports qui suivent n'ont pas fait l'objet d'une vérification de notre part : *L'enseignement secondaire au Canada : Guide de transfert des élèves*, 3e édition, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, 1981; *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, préparé par Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs pour le Comité des programmes auprès du Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, 1981.

3. Aux fins de la présente étude, le mot « science » désigne la matière ainsi définie par chaque province ou territoire (voir au chapitre 1 un examen plus approfondi de cette question).

4. Nous sommes reconnaissants à Paul Dufour, attaché de recherche au Conseil des sciences, pour le travail qu'il a accompli dans ce domaine.

5. Les trois niveaux (primaire, 1er et 2e cycles du secondaire) au chapitre 1.

6. Voir Graham W.F. Orpwood, *The Logic of Curriculum Policy Deliberation: An Analytic Study from Science Education*, thèse de doctorat inédite, Université de Toronto, 1981, et particulièrement le chapitre 3.

7. Par exemple Secrétariat d'État, *L'édition anglaise de manuels d'enseignement au Canada* et *L'édition française de manuels d'enseignement au Canada*, Approvisionnements et services Canada, Ottawa, 1978.

V. Les objectifs officiels et les stratégies de l'enseignement des sciences

1. Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs, *Sciences : Revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, 1981, Conseil des ministres de l'Éducation (Canada), Toronto, p. 28 à 39.

2. *Ibid.*, p. 10.

3. Par exemple : les huit « dimensions du savoir scientifique » de Lawrence L. Gabel, « The Development of a Model to Determine Perceptions of Scientific Literacy », thèse de doctorat inédite, Ohio State University, Columbus (Ohio), 1976; aussi les sept « lignes de force des programmes d'études » définies par Douglas A. Roberts, « Developing the Concept of "Curriculum Emphases" in Science Education », *Science Education*, 1982, vol. 60, p. 243 à 260.

4. Assurément, les deux premiers niveaux (et peut-être aussi des niveaux plus

élevés) de la classification des objectifs de la connaissance de Bloom font partie de cette catégorie. Voir Benjamin S. Bloom, *Taxonomie des objectifs pédagogiques*, Tome 1 : Domaine cognitif, traduit par Marcel Lavallée, Éducation Nouvelle, Montréal, 1969.

5. Voir les lignes de force des « explications justes » et des « bases solides » de Douglas A. Roberts dans « Developing the Concept of "Curriculum Emphases" », *Science Education*, 1982, vol. 60, n° 2, p. 247 à 249.

6. Pour un examen des objectifs de ce programme, voir par exemple Robert M. Gagné, « Elementary Science: A New Scheme of Instruction », *Science*, 1966, n° 151, p. 49 à 53. La recherche canadienne dans le domaine des compétences dans les procédés d'enseignement des sciences comprend : Marshall Nay, « A Process Approach to Teaching Science », *Science Education*, 1971, vol. 55, n° 2, p. 197 à 207. Enfin, le programme « Science: A Process Approach » a été traduit et adapté en français sous le titre « Apprentissage de la pensée scientifique ».

7. A.H. Munby, « *Qu'est-ce que la pensée scientifique?* », exposé à débattre du Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.

8. Parmi les exceptions figurent les documents publiés par la SEEDS Foundation (Edmonton) et par les presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (OISE) (Toronto).

9. Par exemple Graham W.F. Orpwood et Douglas A. Roberts, « Science and Society: Dimensions of Science Education for the 80s », *Orbit*, février 1980, n° 51; aussi Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.

10. Le ministère de l'Éducation de Terre-Neuve, *Elementary Science Course Description*, Saint-Jean (Terre-Neuve), janvier 1978, p. 3.

11. Voir A. Hugh Munby, « An Evaluation of Instruments Which Measure Attitudes to Science », dans *World Trends in Science Education*, sous la direction de C.P. MacFadden, de l'Atlantic Institute of Education, Halifax, 1980.

12. Donald A. George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*, exposé à débattre du Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1981.

13. Frank W. Jenkins et coll., *ALCHEM*, J.M. LeBel, Edmonton, 1979.

14. Max Black, « Reasoning with Loose Concepts », dans *Margins of Precision: Essays in Logic and Language*, de Max Black, Cornell University Press, Ithaca (N.Y.), 1970, p. 1 à 13.

15. Haggerty et Hobbs, *op. cit.*, p. 4.

16. Pour un examen détaillé de cet aspect, voir Douglas A. Roberts et Graham W.F. Orpwood, « Classroom Events and Curricular Intentions: A Case Study in Science Education », *Canadian Journal of Education*, 1982, vol. 7, n° 2, p. 1 à 15.

17. Marcel Risi, *La macroscole ou l'enseignement systémique des sciences*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1982.

18. A. Hugh Munby, *op. cit.*

VI. Les manuels dans l'enseignement des sciences

1. Ontario, ministère de l'Éducation, *Circulaire 14 - Manuels scolaires*, Toronto, 1981, p. 15.

2. Québec, ministère de l'Éducation, *L'École québécoise, Énoncé de politique et plan d'action*, Québec, 1979, p. 105.

3. Saskatchewan Education, *Science: A Curriculum Guide for Division III*, Regina, 1979, p. 9 (c'est nous qui traduisons).

4. Doris W. Ryan, *Ontario Classroom Textbook Survey*, The School Group of the Canadian Book Publishers' Council, en collaboration avec la Fédération des enseignants de l'Ontario, Toronto, 1982, p. 67 (c'est nous qui traduisons).

VII. Analyse descriptive : buts et méthodologie

1. Sharon M. Haggerty et E.D. Hobbs, *Sciences : revue des programmes d'études provinciaux aux niveaux primaire et secondaire*, Conseil des ministres de l'Éducation, Canada, Toronto, 1981, p. 3.

2. Paul R. O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par J. Leclerc, Centre Éducatif et Culturel Inc., Montréal, 1974, p. ix.

3. René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976.

4. A. Mason Turner et coll., *Inquiries in Chemistry*, Allyn and Bacon Canada Ltd., 1977 (c'est nous qui traduisons).

5. O'Connor et coll., *op. cit.*, p. 4.

6. Robert R. MacNaughton et Robert N. Heath, *Sciences physiques : matière, énergie, interactions*, traduit par J. Bergeron et M. Mercure, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1978, p. 197.

7. Thomas F. Morrison et coll., *Précis de biologie humaine*, traduit par André Décarie, Éditions HRW, 1977, p. 4.

8. Thomas F. Morrison et coll., *op. cit.*, p. 188.

9. O'Connor et coll., *op. cit.*, p. 237.

10. Graham Orpwood, « Canadian Content in School Texts and the Changing Goals of Education », *Education Canada*, printemps 1980, vol. 20, n° 1, p. 19 (c'est nous qui traduisons).

11. Thomas Russell, « What History of Science, How Much and Why? », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 1, p. 56 (c'est nous qui traduisons).

12. Marlene Fuhrman et coll., *The Laboratory Structure and Task Analysis Inventory - (LAI): A User's Handbook*, Technical Report 14, University of Iowa Science Education Center, Iowa City, 1978 (notre propre traduction a été utilisée pour l'analyse des manuels francophones).

VIII. Analyse descriptive : résultats

1. Milo K. Blecha et coll., *Exploring Matter and Energy*, livre du maître, Doubleday Canada Ltée, 1978, p. 160 (c'est nous qui traduisons).

2. Ministère de l'Éducation du Québec, Direction du matériel didactique, *Grille d'analyse des stéréotypes discriminatoires dans le matériel didactique*, Québec, 1981.

3. School Group, Canadian Book Publisher's Council, *Textbooks Are for Everyone*, Toronto (non daté).

4. U. Haber-Schaim et coll., *PSSC Physics*, 5e édition, D.C. Heath, Toronto, 1981, p. 128.

5. Marlene Fuhrman et coll., *op. cit.*

6. Vincent N. Lunetta et Pinchas Tamir, « Matching Lab Activities with Teaching Goals », *The Science Teacher*, 1979, vol. 46, n° 3, p. 22 à 24.

7. Pinchas Tamir et Vincent N. Lunetta, « Inquiry-Related Tasks in High School Science Laboratory Handbooks », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 5, p. 477 à 484.

8. Marlene Fuhrman, V.N. Lunetta et S. Novick, « An Analysis of laboratory activities in contemporary chemistry curricula », *Journal of Chemical Education* (à paraître).

9. Vincent N. Lunetta et Pinchas Tamir, *An analysis of laboratory activities in two modern science curricula: Project Physics and PSSC*, exposé présenté à la National Association for Research in Science Teaching, Toronto, 1er avril 1978.

10. U. Haber-Schaim et coll., *Physique, guide de travaux pratiques*, 2e édition, Éditions Leméac/Hachette Canada, 1970, p. 19.

11. M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, 2e édition, Prentice-Hall, 1979, p. 2.

12. Thomas H.B. Symons, *Se connaître*, rapport de la Commission sur les études canadiennes, Association des universités et collèges du Canada, 1975, p. 172.

13. James Page, *Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences*, Conseil des sciences du Canada, Ottawa, 1979.

14. Charles H. Heimler et J. David Lockard, *Focus on Life Science*, Charles E. Merrill, Toronto, 1977, p. 15 (c'est nous qui traduisons)

15. *Ibid.*, p. 460 (c'est nous qui traduisons).

16. Biological Sciences Curriculum Study, *Biological Science: An Ecological Approach*, Rand McNally, Chicago, 1978, p. 46 à 53.

17. *Ibid.*, p. 194 à 195.

18. J.W. Kimball, *Biology*, Addison-Wesley, 1978.

19. J.J. Otto et Albert Towle, *Modern Biology*, Holt, Rinehart & Winston, 1969, p. 610.

20. *Ibid.*, p. 140.

21. Robert W. Parry et coll., *Chemistry: Experimental Foundations*, Prentice-Hall, Scarborough, 1975, p. 228 et 229 (c'est nous qui traduisons).

22. *Ibid.*, p. 493 (c'est nous qui traduisons).

23. Paul R. O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, 1977, p. 95 (c'est nous qui traduisons).

24. O'Connor et coll., *La Chimie : expériences et principes*, version française par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel, Montréal, 1974, p. 80.

25. Jacques Désautels, *École + science = Échec*, Québec Science Éditeur, 1980, p. 123.

26. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, livre du maître, traduit et adapté sous la direction de Fernand Séguin, ERPI, 1978, p. v.

27. Charles Désiré et coll., *Biologie humaine*, Centre Éducatif et Culturel, Montréal,1968, p. 3.

28. C.H. Heimler et J.D. Lockard, *op. cit.*, p. 4 (c'est nous qui traduisons).

29. R.L. Whitman et E.E. Zinck, *Chemistry Today*, Prentice-Hall, Scarborough, 1976, p. 5 (c'est nous qui traduisons).

30. J.H. MacLachlan et coll., *Matter and Energy: The Foundations of Modern Physics*, Clarke, Irwin, Toronto, 1977, p. xii (c'est nous qui traduisons).

31. William A. Andrews et coll., *Introduction aux sciences physiques*, Guide du maître, traduit par Jean Deschênes, Éditions Études vivantes, Montréal, 1980, p. xiv.

32. J.H. MacLachlan et coll., *op. cit.*, p. 282 (c'est nous qui traduisons).

33. G. Orpwood et D. Roberts, « Curriculum Emphases in Science Education III: The Analysis of Textbooks », *The Crucible*, 1980, vol. II, n° 3, p. 36 à 39.

34. Lance Factor et Robert Kooser, *Value Presuppositions in Science Textbooks: A Critical Bibliography*, Knox College, Galesburg, Ill., 1981 (c'est nous qui traduisons).

35. *Ibid.*, p. 3.

36. Paul O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, 1981. p. 2.

37. René Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, Montréal, 1976, p. 7.

38. Voir par exemple Gaston Bachelard, *La Formation de l'esprit scientifique*, J. Vrin, Paris, 1967; et aussi Jean-Pascal Souque et Jacques Désautels, « La course d'obstacles du savoir », *Québec Science*, 1979, vol. 18, n° 1, p. 36 à 39.

39. Paul R. O'Connor et coll; *La chimie : expériences et principes*, livre du maître, traduit par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel, 1977, Montréal, p. 173.

40. Factor et Kooser, *op. cit.*, p. 4 (c'est nous qui traduisons).

41. Voir par exemple Brent Kilbourn, « World Views and Science Teaching », dans *Seeing Curriculum in a New Light*, sous la direction de H. Munby, G.W.F. Orpwood et T.L. Russell, Presses de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario

(OISE), 1980; et Elijah Babikian, « An Aberrated Image of Science in Elementary School Science Textbooks », *School, Science and Mathematics*, 1975, vol. 75, n° 15, p. 457 à 460.

42. Jack H. Christopher, *Focus on Science: Exploring the Natural World*, livre du maître, D.C. Heath, 1980, Toronto, p. 1 (c'est nous qui traduisons).

43. Milo K. Blecha et coll., *op. cit.* (c'est nous qui traduisons).

44. R.R. MacNaughton et R.W. Heath, *op. cit.*, p. 6.

45. *Biological Science, An Ecological Approach*, Biological Sciences Curriculum Study, Rand MacNally, 1980, livre du maître, p. ii (c'est nous qui traduisons).

46. John Kimball, *Biology*, Addison-Wesley, Toronto, 1978 (c'est nous qui traduisons).

47. R.L. Whitman et E.E. Zinck, *op. cit.* (livre du maître).

48. R. Lahaie et coll., *op. cit.*

49. E. Ledbetter et J. Young, *Keys to Chemistry*, Addison-Wesley, Toronto, 1977.

50. W. Andrews et coll., *Biological Sciences: An Introductory Study*, Prentice-Hall, Scarborough, 1980 (c'est nous qui traduisons).

51. Paul R. O'Connor et coll., *Chemistry: Experiments and Principles*, D.C. Heath, Toronto, 1981, p. iii (c'est nous qui traduisons).

52. Paul R. O'Connor et coll., *ibid.*; E.R. Toon et G.L. Ellis, *Foundations of Chemistry*, Holt, Rinehart & Winston, Toronto, 1973; A.M. Turner et C.T. Sears, *Inquiries in Chemistry*, Allyn & Bacon, Toronto, 1977; Parry et coll., *op. cit.*; R. Lahaie et coll., *op. cit.*

53. Voir par exemple Decker F. Walker, « Learning Science from Textbooks: Toward a Balanced Assessment of Textbooks in Science Education », dans *Research in Science Education: New Questions, New Directions*, sous la direction de James T. Robinson, Center for Educational Research and Evaluation, Boulder, Colorado, 1981.

Annexe D – Grilles d'analyse des manuels de sciences

Grille n° 1

1. S. Rouleau et M. Demers, *Le monde qui t'entoure : invitation à l'écologie*, Guérin, 1976, p. 5.

2. R. MacNaughton et R. Heath, *Sciences physiques : matière, énergie, interactions*, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1987, p. 7.

3. Le groupe SO_2, *Les sciences par objectifs de comportement : physique, électromagnétisme et physique moderne*, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1974, p. 38.

4. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, 1976, p. iii.

5. R. MacNaughton, *op. cit.*, p. 7.

6. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 6, livre du maître, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 172.

7. Paul R. O'Connor et coll., *La Chimie : Expériences et principes*, traduit par Jacques Leclerc, Centre Éducatif et Culturel Inc., 1974, p. vii.

8. R. Lahaie, *op. cit.*, p. iv.

9. Paul R. O'Connor, *op. cit.*, p. 1.

10. Équipe I.R.P., *Les concepts du mouvement*, Institut de recherches psychologiques Inc. 1980, tome I, p. vii.

11. Verne N. Rockcastle, *op. cit.*, p. vi.

12. V. Haber-Schaim et coll., *Physique PSSC*, Centre Éducatif et Culturel, 1974, p. 6.

13. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale, guide du maître*, Éditions HRW, 1976, p. 335.

Grille n° 2

1. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 5, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 98.
2. M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, Prentice-Hall, 1979, p. 242 (c'est nous qui traduisons).
3. R. Lahaie et coll., *Éléments de chimie expérimentale*, Éditions HRW, p. 483.
4. Royal Commission on Book Publishing, Canadian Publishers and Canadian Publishing, Queen's Printer for Ontario, 1973 (c'est nous qui traduisons).
5. R.D. Townsend et coll., *Energy, Matter and Change*, Scott, Foresman and Company, 1973, p. 215 (c'est nous qui traduisons).

Grille n° 3

1. Gouvernement du Québec, Direction générale du développement pédagogique, *Programme d'étude, primaire, sciences de la nature*, mai 1980.
2. Ministère de l'Éducation de l'Alberta, Le guide pédagogique, 1978, Les sciences au secondaire I, Edmonton (aucune date de publication indiquée).
3. Glen Aikenhead, *L'enseignement des sciences dans une perspective sociale*, exposé à débattre, Conseil des sciences du Canada, 1989.
4. Glen Aikenhead, *op. cit.*
5. John Ziman, *Teaching and Learning About Science and Society*, Cambridge University Press, 1980.
6. Graham Orpwood et Douglas Roberts, « Science and Society: Dimensions of Science Education for the 80's », *Orbit*, 51, février 1980, n° 51.
7. C.H. Heimler et J.D. Lockard, *Focus on Life Science*, Charles E. Merrill, 1977, p. 459 (c'est nous qui traduisons).
8. Verne N. Rockcastle et coll., *Les chemins de la science*, 6, traduction et adaptation sous la direction de Fernand Séguin, Éditions du Renouveau Pédagogique, 1978, p. 305.
9. Verne N. Rockcastle et coll., *op. cit.*, p. 252.
10. William A. Andrews et coll., *Introduction à la biologie*, traduit par Jean Deschênes, Éditions Études vivantes, 1982, p. 735.

Grille n° 4

1. Jacques Désautels, *École + Science = Échec*, Québec Science Éditeur, Sillery, 1980.
2. Thomas L. Russell, « What History of Science, How Much, and Why? », *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 51-64 (c'est nous qui traduisons).
3. Thomas L. Russell, *op. cit.* (c'est nous qui traduisons).
4. Leo E. Klopfer et Fletcher G. Watson, « Historical Materials and High School Science Teaching », *The Science Teacher*, octobre 1975, vol. 24, n° 6 (c'est nous qui traduisons).

Annexes

Annexe A – Titres des documents soumis par les provinces

Tous les ministères de l'Éducation ont soumis des documents renfermant les directives concernant les programmes d'études scientifiques. Cette liste ne comprend que les titres de ceux qui ont été examinés pour les fins de cette analyse. Le lecteur ne trouvera donc pas ici une liste exhaustive des publications gouvernementales relatives à l'enseignement des sciences.

Primaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
Elementary Science Course Description (1978)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78, révisé – 1978)
Science Activities in the Elementary School, Years I-VI

Nouvelle-Écosse

Science in the Elementary School: A Teaching Guide (1978)

Nouveau-Brunswick

Program in Elementary School Science (1977)
Programme-cadre, sciences à l'élémentaire (1977)
Guide pédagogique, sciences à l'élémentaire, Premier cycle (1970), *Deuxième cycle* (1977)

Québec

L'École québécoise, Énoncé de politique et plan d'action (1979)
Programme d'étude, primaire, sciences de la nature (1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles primaires de langue française (1979); *Supplément* (1981)
Educational materials approved by the ministère de l'Education for use in English-language elementary schools (1979); *Supplement* (1981)

Ontario

The Formative Years (1975)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

K-6 Science (1979)

Saskatchewan

Division I Science Program (1971)
Curriculum Guide for Division II Science (1971)

Alberta

Curriculum Guide for Elementary Science (1980 - provisoire)

Colombie-Britannique

Elementary Science: Teachers Curriculum Interim Guide (1977)
Prescribed and Authorized Learning Materials: Grades K-XII (1979)

Territoires du Nord-Ouest

Elementary Science Program: Interim Edition (1978)

Yukon

The Exploring Science Program Teacher's Guide (1978)

1er cycle du secondaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
Junior High Science Curriculum Guide (1980)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78) (révisé - 1978)
Levels Seven, Eight, Nine Science Discovery Approach: A Suggested Program for P.E.I. Schools

Nouvelle-Écosse

Science in the Junior High School (1977)

Nouveau-Brunswick

Junior High Science (1980)
Sciences, secondaire, premier cycle (1979)

Québec

Programme d'étude, secondaire
Écologie 176-113
Initiation à la biologie humaine 175-133
(documents de travail, 1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles secondaires de langue française (1979); *Supplément* (1981)
Educational materials approved by the ministère de l'Éducation for use in English-language secondary schools (1979); *Supplement* (1981)

Ontario

Intermediate Division Science (1978)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

7-9 Science (1979)

Saskatchewan

A Curriculum Guide for Division III Science (1979)

Alberta

Curriculum Guide for Junior High School Science (1978)

Colombie-Britannique

Junior Secondary Science, Curriculum/Resource Guide, 8-10 (projet, 1982)

Territoires du Nord-Ouest

Middle Years Science (1979)

2e cycle du secondaire

Terre-Neuve

Philosophy and Objectives for Science Education in Newfoundland Schools, Grades K-11 (1978)
High School Biology Curriculum Guide (1979)
Biology 2201 (1981)
Biology 3201 (1982)
Chemistry 2202 (1982)
High School Physics Course Description (1979)
Physics 2204 (1981)
Physics 3204 (1982)

Île-du-Prince-Édouard

A Style for Every Child: Program of Studies and Related Information for the Schools of Prince Edward Island (1977-78) (révisé - 1978)

Nouvelle-Écosse

Biology 010, 310, 012, 312 - A Teaching Guide (1978)
Chemistry 011, 012, 311, 312 - A Teaching Guide (1977)
Physics 011, 012, 311, 312 - A Teaching Guide (1977)

Nouveau-Brunswick

Biology 102-101 (1980)
Biology 103 (1977)
Biology 122 (1977)
Chemistry 111-121 (1979)
Chemistry 112-122 (1979)
Physics 111-121 (1969)
Physics 112-122 (1979)
Plans d'études :
Biologie 102-122 (1972)
Chimie I et II (1980)
Physique 112-122 (1974)

Québec

Programmes d'études des écoles secondaires :
Biologie 422 (1971)
Chimie 270-442, 270-462, 270-562 (1976)
Physique 181-643, 181-653 (1980)
Matériel didactique agréé par le ministère de l'Éducation pour les écoles secondaires de langue française (1979); *Supplément* (1980)
Educational materials approved by the ministère de l'Éducation for use in English-language secondary schools (1979); *Supplement* (1980).

Ontario

(Il n'existe pas de directives concernant le 2e cycle du secondaire)
Circular 14: Textbooks (1981)

Manitoba

Biology 200-300 - pilot program (1981)
Chemistry 200-300 - pilot program (1981)
Physics 200-300 - pilot program (1981)

Saskatchewan

Biology 20,30 (1971); *Supplément* (1979)
Chemistry 20,30 (1976);
Physics 20,30 (1976); *Supplément* (1979)

Alberta

Biology 10-20-30 (1977)
Chemistry 10-20-30 (1977)
Physics 10-20-30 (1977)

Colombie-Britannique

Biology 11 and 12 (1974)
Chemistry 11: Learning Outcomes and Resource Guide (1977)
Chemistry 12: Learning Outcomes and Resource Guide (1978)
Physics 11: Curriculum Guide (1981)
Prescribed and Authorized Learning Materials: Grades K-11 (1979)

Annexe B – Manuels de sciences

Les titres répertoriés ici sont prescrits, approuvés ou autorisés par les ministères de l'Éducation. Seuls les manuels ou séries de manuels couvrant une partie importante du programme apparaissent, les ouvrages thématiques et autres outils didactiques ayant été omis. Le titre est accompagné de sa date d'édition la plus récente. La présentation suit l'ordre alphabétique dans chacune des sections suivantes :

A. Primaire
B. 1er cycle du secondaire
C. 2e cycle du secondaire : C1. Biologie
C2. Chimie
C3. Physique

Si un titre est répertorié ou utilisé pour plus d'un niveau ou d'une matière, il est classé selon le niveau (et la matière) où il est réutilisé le plus souvent et accompagné d'un astérisque.

Pour chaque titre répertorié, les cinq colonnes de droite donnent les renseignements suivants :

1. le nombre de provinces dont les directives mentionnent ce titre;
2. le nombre de provinces dans lesquelles ce titre est utilisé, d'après les résultats de notre enquête;
3. le nombre de répondants à notre enquête qui utilisent ce manuel;
4. le symbole X indique que des répondants à l'enquête ont évalué ce manuel;
5. le symbole X indique que ce manuel a été analysé dans le cadre de l'étude.

A. Primaire	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Apprentissage de la pensée scientifique (Collection APS) American Association for the Advancement of Science; traduit par le Bureau de recherche et de consultation en éducation, Beauchemin, 1971	1	1	11		
Les chemins de la science V. Rockcastle et coll.; traduit et adapté sous la dir. de F. Séguin Éditions du renouveau pédagogique, 1978	6	7	54	X	X

	1	2	3	4	5
Concepts in Science P. Brandwein *et al.* Longman, 1968-1980 (3 eds.)	1	4	21	X	
Elementary Science Study (ESS) Education Development Center McGraw-Hill, 1967-70	3	0	0		
Energy Literacy Series S.E.E.D.S. Foundation SRA 1981	4	0	0		
ESS (Collection) Education Development Center (traduit) McGraw-Hill, 1967-1971	2	0	0		
Étude de ton environnement J-C. MacBean et coll. Traduit par I. Sabourin; Adapté par R. Gervais et D. Sénécal Holt, Rinehart & Winston, 1973-77 (2 eds.)	2	0	0		
*Étudie ton milieu** F. Miron et coll. McGraw-Hill Ryerson, 1974	3	0	0		
L'éveil de l'enfant par les activités scientifiques R. Tavernier Bordas Dunod, 1976-78 (2 eds.)	1	0	0		
Examining Your Environment (EYE) J.C. MacBean *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1977	5	2	2		
Experiences in Science H.E. Tannenbaum *et al.* McGraw-Hill, 1966	1	0	0		
Heath Science Series H. & N. Schneider Copp Clark, 1968	2	4	13	X	
Investigating Science Series L.A. Cole *et al.* Book Society, 1962	1	0	0		
J'observe la nature (Collection) A. Bultreys Traduit par J. Razée Granger Frères, 1976	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Laidlaw Exploring Science Program M.K. Blecha *et al.* Doubleday, 1977-79 (3 eds.)	4	5	121	X	X
Laidlaw Modern Science, Levels 1-6 H.A. Smith and M.K. Blecha Doubleday, 1976	2	1	7		
Modern Elementary Science A.S. Fischler *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1971	2	2	8		
Modular Activities Program in Science/MAPS C. Berger *et al.* Houghton Mifflin, 1974-77 (2 eds.)	2	2	11	X	
*Le monde qui t'entoure** S. Rouleau et M. Demers Guérin, 1976	2	0	0		
Our Science Program R.H. Horwood *et al.* Gage, 1969-77	2	0	0		
Science 5/13 (Learning Through Science) L. Ennever (Project Director) MacDonald Educational/GLC, 1973-81	4	3	3		
Science Curriculum Improvement Study (SCIS) W. Thier *et al.* Gage, 1978	3	0	0		
Science in Action I. Woolley, editor McGraw-Hill Ryerson, 1975-76	3	3	3		
Science Involvement Program D. Gladstone and J.R. Gladstone Maclean-Hunter Learning Materials, 1972	1	0	0		
Science Reader 3-9 F.M. Branley Reader's Digest, 1974	1	0	0		
Science – A Process Approach (SAPA) American Association for the Advancement of Science Xerox-Ginn, 1974-77 (2 eds.)	2	0	0		
Science: Understanding Your Environment G.G. and J.B. Mallinson *et al.* Silver Burdett, 1978	1	1	11		

	1	2	3	4	5
Le secret des choses : Initiation aux sciences (SCIS) Traduit et adapté par J.-M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1970-79	1	1	8		
Self-Paced Investigations for Elementary Science (SPIES) G. Katagiri *et al.* Silver Burdett/GLC, 1976	1	0	0		
Space, Time, Energy, Matter (STEM) V. Rockcastle *et al.* Addison-Wesley, 1977-80 (2 eds.)	10	11	529	X	X
Wedge Resources C. Anastasiou, Director Western Educational Development Group, 1973-79	1	0	0		
Young Scientist Series J.G. Navarra and J. Zafforoni Harper & Row/Fitzhenry & Whiteside, 1971	1	0	0		
B. 1er cycle du secondaire					
Biological Sciences: An Introductory Study W. Andrews *et al.* Prentice-Hall, 1980	3	3	49	X	X
Biologie humaine C. Desiré et coll. Centre éducatif et culturel, 1968	1	1	6	X	X
Biologie humaine P. Thibault Hurtubise HMH, 1979	1	1	4		
Challenges to Science: Earth Science R.L. Heller *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1976	2	1	9		
Challenges to Science: Life Science W.L. Smallwood McGraw-Hill Ryerson, 1972	2	1	11	X	
Challenges to Science: Physical Science R.L. Heller *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1979	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Concepts and Challenges in Science A. Winkler *et al.* Gage, 1979	6	9	13	X	
Developing Science Concepts in the Laboratory M.C. Schmid and M.T. Murphy Prentice-Hall, 1968-79 (2 eds.)	2	2	109	X	X
*Earth Science** W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	2	2	10	X	
Écologie E.P. Odum Éditions HRW, 1976	1	0	0		
*Écologie, initiation à la biologie** É. Magnin McGraw-Hill, 1975	3	0	0		
Energy, Matter and Change R.D. Townsend and P. Hurd Scott, Foresman, 1973	2	2	4		
Les êtres et leur milieu M. Poirier et G. Viscasillas Brault et Bouthillier, 1970	1	3	10	X	X
Exploring Matter and Energy M.K. Blecha *et al.* Doubleday Canada, 1978	1	6	35	X	X
Exploring Science Series W.A. Thurber and R.E. Kilburn Macmillan, 1977	5	7	75	X	X
*Extending Science Concepts in the Laboratory** W.H. Rasmusson and M.C. Schmid, editors Prentice-Hall, 1970	2	2	98	X	
Focus on Earth Science M.S. Bishop *et al.* Charles E. Merrill, 1976-1981 (4 eds.)	2	4	7		
Focus on Life Science C.H. Heimler and J.D. Lockard Charles E. Merrill, 1977-81 (4 eds.)	1	3	15	X	X
Focus on Physical Science C.H. Heimler *et al.* Charles E. Merrill, 1969-81 (4 eds.)	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Focus on Science: Exploring the Natural World D. Gough and F. Flanagan Heath, 1980	4	2	7	X	
Focus on Science: Exploring the Physical World F. Flanagan Heath, 1979	4	2	3		
From Nature to Man B.L. Barrett and J.N. Stratton Wiley, 1976	1	0	0		
Ideas and Investigations in Science H. Wong and M. Dolmatz Prentice-Hall, 1978-82 (2 eds.)	2	3	4		
Individualized Science Instructional System (ISIS) E. Burkman Ginn, 1980	3	2	13		
Initiation aux sciences physiques (ISP) U. Haber-Schaim *et al.* Traduit et adapté par J.M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1969-78 (2 eds.)	3	2	12	X	X
Interaction of Earth and Time N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	1	2		
Interaction of Man and Biosphere N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	2	3		
Introducing Science Concepts in the Laboratory M.C. Schmid and M.T. Murphy Prentice-Hall, 1973-77 (2 eds.)	3	2	91	X	X
*Introduction à la biologie** P. Thibeault et R. D'Aoust Hurtubise HMH, 1970	4	2	15	X	X
Introduction aux sciences expérimentales M. Noiseux Éditions science et culture, 1971-78 (2 eds.)	1	0	0		
Introduction aux sciences physiques W.A. Andrews et coll. Traduit et adapté par J. Deschênes Éditions études vivantes, 1979	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Introductory Physical Science U. Haber-Schaim *et al.* Prentice-Hall, 1967-82 (4 eds.)	2	2	2		
Investigating Life Science M. O'Flanagan and G. Connelly Holt, Rinehart & Winston, 1980	1	0	0		
Investigating Physical Science M. O'Flanagan Holt, Rinehart, & Winston, 1981	1	0	0		
Investigating the Earth American Geological Institute Houghton Mifflin, 1973-81 (7 eds.)	4	3	7		
Investigations in Science: A Modular Approach J.K. Olson *et al.* Wiley, 1974-77 (2 eds.)	1	2	3		
Life Science W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	1		
Life Science: A Problem Solving Approach J.L. Carter *et al.* Ginn, 1974-77 (2 eds.)	1	3	10	X	X
Methods of Science Today G. Erwin *et al.* Clarke-Irwin, 1979	1	2	34	X	
Modern Life Science F.L. Fitzpatrick and J.W. Hole Holt, Rinehart & Winston, 1974	1	1	1		
Modern Physical Science G.R. Tracy *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1970	1	1	1		
*Pathways in Science** J.M. Oxenhorn Globe/Modern, 1978	3	4	15		
Physical Science W.L. Ramsey *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	5		
Physical Science: A Basis for Understanding J.E. Garden and M.J. Gadsby Wiley, 1980	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Physical Science: A Problem Solving Approach J.L. Carter *et al.* Ginn, 1974	2	3	10	X	
Physical Science: An Introductory Study W. Andrews *et al.* Prentice-Hall, 1978	5	5	87	X	X
Physical Science: Interaction of Matter and Energy R.W. Heath and R.R. McNaughton Heath, 1976	4	4	8		
Physical Science Investigations C.L. Bickel *et al.* Houghton Mifflin, 1973-79 (2 eds.)	2	0	0		
*Précis de biologie humaine** T.F. Morrison et coll. Traduit par A. Décarie Les Éditions HRW, 1977	2	1	1		
Principles of Science C.H. Heimler and C.D. Neal Charles E. Merrill, 1975-83 (4 eds.)	1	3	9		
Reading About Science C. Anastasiou *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1970	2	1	3		
Science Networks: Biology O.J. Mardall *et al.* Globe/Modern, 1981	2	0	0		
Sciences physiques J.-M. Chevrier et coll. Institut de recherches psychologiques, 1971-73 (2 eds.)	1	0	0		
Sciences physiques et biologiques H. Wong, traduit par N. Boudreau Editions Hurtubise HMH, 1973	1	0	0		
Sciences physiques, matière, énergie, interactions R.R. MacNaughton et R.W. Heath Traduit et adapté par J. Bergeron et M. Mercure Centre éducatif et culturel, 1977	3	2	3	X	
Scienceways J. MacBean *et al.* Copp Clark Pitman, 1979-80	4	3	46	X	X

	1	2	3	4	5
*Searching for Structure** D.H. Pike, General Editor Holt, Rinehart & Winston, 1974-78	4	3	93	X	
Spaceship Earth J.J. Jackson and E.D. Evans Houghton Mifflin, 1973-80 (2 eds.)	2	1	1		

C. 2e cycle du secondaire

C1. Biologie

Biological Science D. Galbraith *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	1	1	7		
Biological Science W.H. Gregory and E.H. Goldman Ginn, 1971	1	1	2		
Biological Science: An Ecological Approach Biological Sciences Curriculum Study Rand McNally, 1963-78 (4 eds.)	6	5	57	X	X
Biological Science: An Inquiry Into Life Biological Sciences Curriculum Study Harcourt, Brace, Jovanovich/Longman, 1963-80 (4 eds.)	2	4	8	X	
Biological Science: Molecules to Man Biological Sciences Curriculum Study Houghton Mifflin, 1973	1	2	12	X	
Biologie L. Cournoyer et O. Garon Editions Hurturbise HMH, 1969	2	0	0		
Biologie 412 & 422 G. Llull Guérin, 1973	2	0	0		
Biologie 5e et 6e J.-P. Astolfi et coll. Librairie Bélin, 1978	1	0	0		
Biologie, des molécules à l'homme Biological Sciences Curriculum Study Traduit par J.-L. Tremblay Leméac, 1966	1	1	2		

	1	2	3	4	5
Biology J.W. Kimball *et al.* Addison-Wesley, 1965-78 (4 eds.)	2	2	20	X	X
Biology: An Inquiry Into the Nature of Life S.L. Weinberg Allyn & Bacon, 1966-81 (5 eds.)	1	1	1		
Biology: Living Systems R.F. Oram *et al.* Charles E. Merrill, 1969-83 (4 eds.)	1	2	36	X	
Bodyworks: Your Human Biology H.R. Scarrow Globe/Modern, 1979	2	0	0		
Foundations of Biology W. McElroy *et al.* Prentice-Hall Canada, 1968	6	5	34	X	X
L'homme dans son milieu P. Couillard et coll. Guérin, 1968	2	0	0		
Inquiries into Biology H.M. Lang *et al.* Gage, 1974	1	0	0		
Investigations in Biology G. Benson *et al.* Addison-Wesley, 1977	1	0	0		
Investigations of Cells and Organisms P. Abramoff and R. Thomson Prentice-Hall Canada, 1968	6	1	1		
Living Things H.E. Teter, T.D. Bain, & F.L. Fitzpatrick Holt, Rinehart & Winston, 1977	1	2	3		
Modern Biology J.J. Otto and A. Towle Holt, Rinehart & Winston, 1965-82 (6 eds.)	5	5	70	X	X
*Pathways in Biology** J. M. Oxenhorn Globe/Modern Curriculum Press, 1977	2	4	6		

	1	2	3	4	5
Les sciences par objectifs de comportement, biologie Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1976-78	2	1	1		
Understanding Living Things J. Reimer and W. Wilson D.C. Heath, 1977	2	2	6	X	X
C2. Chimie					
À la découverte de la chimie E. Ledbetter et J. Young Traduit par B. Sicotte Éditions du renouveau pédagogique, 1975	2	2	4		
Action Chemistry K. Ashcroft The Book Society of Canada, 1974	2	1	1		
ALCHEM F. Jenkins *et al.* J.M. LeBel, 1978	4	2	14	X	X
Basic Modern Chemistry S. Madras McGraw-Hill Ryerson, 1965-78 (3 eds.)	2	1	1		
Chemistry G.R. Choppin *et al.* Silver Burdett/GLC, 1935-78 (12 eds.)	1	0	0		
Chemistry: A Modern Course R. Smoot *et al.* Charles E. Merrill, 1962-83 (6 eds.)	1	1	2		
Chemistry: An Experimental Science G. Pimentel *et al.* W.H. Freeman, 1963	1	3	8	X	
Chemistry: An Investigative Approach F.A. Cotton *et al.* Houghton Mifflin/Nelson, 1970-80 (2 eds.)	1	2	2		
Chemistry: Experimental Foundations R.W. Parry *et al.* Prentice-Hall, 1970-82 (3 eds.)	4	5	23	X	X
Chemistry: Experiments and Principles P.R. O'Connor *et al.* Heath, 1968-82 (4 eds.)	6	6	26	X	X

	1	2	3	4	5
Chemistry Today R.L. Whitman and E.E. Zinck Prentice-Hall Canada, 1976-82 (2 eds.)	3	3	30	X	X
Chimie, apprentissage individualisé F. Morin et B. Joseph Éditions Hurtubise HMH, 1976-78	1	1	1		
La chimie en action K. Ashcroft et coll. Book Society, 1981	1	0	0		
La chimie, science expérimentale G. Pimentel et coll. Traduit par G. Plante et coll. Leméac, 1966	1	1	6		
La chimie, expériences et principes P.R. O'Connor et coll. Traduit par J. Leclerc Centre éducatif et culturel, 1974-79 (3 eds.)	2	1	7	X	
Éléments de chimie expérimentale R. Lahaie et coll. Holt, Rinehart & Winston, 1974	2	2	15	X	X
Éléments de chimie moderne G. Hall et S. Madras Traduit par J.-P. Gravel McGraw-Hill, 1965-81 (3 eds.)	3	4	6		
Elements of Experimental Chemistry R. Lahaie *et al.* Translated, N. Ouzounian *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1978	2	1	1		
Foundations of Chemistry E.R. Toon and G.L.Ellis Holt, Rinehart & Winston, 1973-78 (2 eds.)	4	4	30	X	
Inquiries in Chemistry A.M. Turner and C.T. Sears Allyn & Bacon, 1974-77 (3 eds.)	4	3	40	X	
Interaction of Matter and Energy N. Abraham *et al.* Rand McNally, 1979	1	3	8	X	
Introductory Experimental Chemistry M.B. Messer *et al.* Prentice-Hall, 1977	1	1	1		

	1	2	3	4	5
Investigative Science J. Hand *et al.* Gage, 1977-78	1	0	0		
Keys to Chemistry E. Ledbetter and J. Young Addison-Wesley, 1977	5	6	14	X	X
MAC: A Modular Approach to Chemistry D.A. Humphreys and A.C. Blizzard Wiley, 1976-78	1	0	0		
Modern Chemistry J. Metcalfe *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1958-82 (6 eds.)	1	5	21	X	
The Nature of Matter D. Courneya and H. McDonald Heath, 1976	4	1	8		
Outlines of Chemistry R.P. Graham and W.A.E. McBryde Clarke, Irwin, 1978	1	1	3		
Les sciences par objectifs de comportement, chimie Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1978	3	0	0		

C3. Physique

Basic Physics for Secondary Schools H.L. Eubank *et al.* Gage, 1963	2	0	0		
Concepts in Physics F. Miller *et al.* Academic Press, 1974-80 (3 eds.)	1	0	0		
Éléments de physique M. Benoit et coll. Beauchemin, 1963-66 (2 eds.)	1	2	2		
Fundamentals of Physics R.W. Heath *et al.* Heath, 1979	6	5	53	X	X
Ideas of Physics D.C. Giancoli Academic Press, 1978-81	1	0	0		

	1	2	3	4	5
Matière et énergie J.H. MacLachlan et coll. Traduit et adapté par P. Marcotte Guérin, 1981	1	0	0		
Matter and Energy J.H. MacLachlan *et al.* Clarke, Irwin, 1977	1	1	26	X	X
Modern Physics C.E. Dull *et al.* Holt, Rinehart and Winston, 1963-80 (6 eds.)	1	0	0		
Modern Physics J.E. Williams *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1972	1	0	0		
Physics D.C. Giancoli Prentice Hall, 1980	2	0	0		
Physics (PSSC) U. Haber-Schaim *et al.* Heath, 1960-81 (5 eds.)	6	6	48	X	X
Physics: A Human Endeavour D. Paul *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1976-77	7	5	36	X	X
Physics: A Practical Approach A.J. Hirsch Wiley, 1981	1	0	0		
Physics: An Energy Introduction G. Laundry *et al.* McGraw-Hill Ryerson, 1979	1	0	0		
Physics: Its Methods and Meaning A. Taffel Allyn & Bacon, 1969-81 (3 eds.)	1	1	4		
Physics: Principles and Problems J.T. Murphy and R.C. Smoot Charles E. Merrill, 1972-82 (3 eds.)	2	2	3		
Physics: The Fundamental Science O.C. Barton and R.J. Raymer Holt, Rinehart & Winston, 1967	2	2	5		

	1	2	3	4	5
Physique R. St-Laurent Éditions Science moderne, 1975	1	0	0		
La physique au secondaire par objectifs opérationnels M. Do et R. Descoteaux Guérin, 1976-77	2	0	0		
La physique en classe laboratoire M. Benoit et coll. Beauchemin, 1974	1	0	0		
Physique HPP J. Rutherford Traduit et adapté par L. Sainte-Marie Institut de recherches psychologiques, 1978-79	1	1	2		
La physique par la redécouverte dirigée J. Desautels et P.-L. Trempe Éditions Sciences et culture, 1972	1	0	0		
Physique (PSSC) U. Haber-Schaim et coll. Traduit et adapté par P. Tougas Centre éducatif et culturel, 1974-75 (2 eds.)	1	3	8	X	
Physique...mais c'est simple P.-L. Trempe Éditions Sciences et culture, 1971	1	0	0		
Physique : science de l'univers O.C. Barton et R.J. Raymer Éditions HRW, 1970-79 (2 eds.)	1	1	1		
Physique, science expérimentale J. Désautels et coll. Éditions Sciences et culture, 1968-1970	1	0	0		
Project Physics J. Rutherford *et al.* Holt, Rinehart & Winston, 1971	3	2	8	X	
Les sciences par objectifs de comportement, physique Le Groupe SO_2 Éditions du renouveau pédagogique, 1974	2	0	0		

	1	2	3	4	5
Sciences physique II Équipe IPS Traduit et adapté par l'équipe IRP Institut de recherches psychologiques	1	0	0		
Secondary Physics Outlines E.O. James A. Wheaton/Pergamon, 1975	1	0	0		
The World of Physics R.I. Hulsizer and D. Lazarus Addison-Wesley, 1972	1	0	0		
Thèmes Vuibert (physique) H.F. Boulind et coll. Librairie Vuibert, 1974	1	0	0		

Annexe C - Évaluation des manuels de sciences par les enseignants

Résultats détaillés de l'évaluation

Pour chaque manuel de l'échantillon, le lecteur trouvera les renseignements suivants : titre, noms des auteurs, éditeur, le nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête et leur distribution géographique. Pour faciliter la lecture des résultats, nous avons modifié quelque peu la présentation des données. Pour chacune des dix caractéristiques présentées, les répondants devaient choisir une cote de 1 à 4 représentant les jugements suivants :

1. très insatisfaisant;
2. plutôt insatisfaisant;
3. plutôt satisfaisant; et
4. très satisfaisant.

Nous avons choisi de fondre les cotes 1 et 2, et 3 et 4 pour obtenir les nouvelles cotes suivantes :

1 + 2 = I : plutôt ou très insatisfaisant; et

3 + 4 = II : plutôt ou très satisfaisant.

Chaque ligne du tableau d'évaluation contiendra les informations suivantes (de gauche à droite) :

1. la caractéristique évaluée (10 premières lignes) et l'impression générale fournie (11e ligne);
2. le nombre de répondants ayant évalué cette caractéristique;
3. le pourcentage (arrondi) de réponses de la catégorie I (insatisfaction);
4. le pourcentage (arrondi) de réponses de la catégorie II (satisfaction); et
5. le rang occupé par cette caractéristique sur une échelle de satisfaction allant de 1 (caractéristique la plus satisfaisante) à 10 (caractéristique la moins satisfaisante).

Comme le lecteur s'en rendra compte, le nombre de répondants ayant fourni une évaluation varie très considérablement d'un manuel à l'autre et d'une caractéristique à l'autre (d'un minimum de 5 à un maximum de 408). Il est donc impossible de présenter l'évaluation de certains de ces manuels comme étant représentative de l'opinion de l'ensemble des professeurs qui les utilisent au Canada.

Titre : *Les chemins de la science*
Auteur(s) : Verne N. Rockcastle et coll., adaptation française sous la direction de Fernand Séguin
Éditeur : Éditions du renouveau pédagogique
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 54
Distribution géographique des répondants : N.-É. (11), Qué. (8), Ont. (6), Man. (15), Sask. (3), Alb. (9), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	49	33	67	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	50	24	76	3
Facilité de lecture par mes élèves	50	68	32	8
Illustrations, photographies, etc.	50	18	82	2
Activités proposées	50	36	64	5
Exemples canadiens	49	39	61	6
Description des applications des sciences	50	40	60	7
Adaptation à l'élève peu doué	50	76	24	10
Adaptation à l'élève brillant	50	10	90	1
Renvois à d'autres textes pertinents	50	74	26	9
Impression générale donnée	50	48	52	

Remarque : L'évaluation de l'échantillon francophone diffère sensiblement de l'évaluation de l'échantillon anglophone pour la version originale anglaise.

Titre : *Concepts in Science*
Auteur(s) : Paul Brandwein, W. Yasso, D. Brovey
Éditeur : Longman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 21
Distribution géographique des répondants : Man. (3), Sask. (2), Alb. (15), C.-B. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	16	44	56	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	16	25	75	1
Facilité de lecture par mes élèves	16	50	50	7
Illustrations, photographies, etc.	16	25	75	1
Activités proposées	16	37	63	4
Exemples canadiens	16	56	44	9
Description des applications des sciences	16	50	50	7
Adaptation à l'élève peu doué	16	62	38	10
Adaptation à l'élève brillant	16	31	69	3
Renvois à d'autres textes pertinents	16	44	56	5
Impression générale donnée	16	50	50	

Titre : *Heath Science Series, Science in Your Life, Science in Your World*
Auteur(s) : H. et N. Schneider
Éditeur : Copp Clark
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 13
Distribution géographique des répondants : Î.-P.-É. (1), N.-É. (3), Man. (1), Sask. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	12	42	58	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	11	54	46	5
Facilité de lecture par mes élèves	11	45	55	4
Illustrations, photographies, etc.	11	36	64	1
Activités proposées	11	36	64	1
Exemples canadiens	11	91	9	10
Description des applications des sciences	11	64	36	8
Adaptation à l'élève peu doué	11	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	11	54	46	5
Renvois à d'autres textes pertinents	11	54	46	5
Impression générale donnée	11	45	55	

Titre : *Laidlaw Exploring Science Program*
Auteur(s) : Milo K. Blecha et coll.
Éditeur : Doubleday Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 121
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), Sask. (8), Alb. (11), C.-B. (76), Yuk. (24)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	96	13	87	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	96	25	75	3
Facilité de lecture par mes élèves	96	26	74	4
Illustrations, photographies, etc.	96	10	90	1
Activités proposées	96	27	73	5
Exemples canadiens	94	42	58	9
Description des applications des sciences	91	34	66	8
Adaptation à l'élève peu doué	93	61	39	10
Adaptation à l'élève brillant	92	31	69	7
Renvois à d'autres textes pertinents	92	30	70	6
Impression générale donnée	91	16	84	

Remarque : Cette évaluation porte sur une série de 6 manuels destinés aux élèves de la 1re à la 7e année.

Titre : *Modular Activities Program in Science* (MAPS)
Auteur(s) : Carl Berger et coll.
Éditeur : Houghton-Mifflin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 11
Distribution géographique des répondants : Man. (8), Alb. (3)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	8	25	75	7
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	8
Facilité de lecture par mes élèves	6	33	67	9
Illustrations, photographies, etc.	7	14	86	5
Activités proposées	7	0	100	1
Exemples canadiens	6	0	100	1
Description des applications des sciences	7	0	100	1
Adaptation à l'élève peu doué	8	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	17	83	6
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Space, Time, Energy, Matter* (STEM)
Auteur(s) : Verne N. Rockcastle et coll.
Éditeur : Addison-Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 529
Distribution géographique des répondants : T.-N. (162), N.-É. (52), N.-B. (49), Qué. (3), Ont. (2), Man. (42), Sask. (46), Alb. (91), C.-B. (36), Yuk. (1), T.N.-O. (45)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	408	19	81	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	407	23	77	4
Facilité de lecture par mes élèves	404	26	74	6
Illustrations, photographies, etc.	405	16	84	1
Activités proposées	403	24	76	5
Exemples canadiens	382	44	56	8
Description des applications des sciences	393	30	70	7
Adaptation à l'élève peu doué	398	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	398	21	79	3
Renvois à d'autres textes pertinents	390	44	56	8
Impression générale donnée	402	19	81	

Remarque : Cette évaluation porte sur une série de 7 manuels destinés aux élèves de la maternelle jusqu'à ceux de la septième année.

Titre : *Biological Science: An Introductory Study*
Auteur(s) : William Andrews et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 49
Distribution géographique des répondants : N.-B. (5), Ont. (40), C.-B. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	43	12	88	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	43	19	81	5
Facilité de lecture par mes élèves	43	19	81	5
Illustrations, photographies, etc.	43	7	93	1
Activités proposées	43	16	84	4
Exemples canadiens	41	32	68	7
Description des applications des sciences	42	40	60	8
Adaptation à l'élève peu doué	43	91	9	10
Adaptation à l'élève brillant	43	9	91	2
Renvois à d'autres textes pertinents	43	46	54	9
Impression générale donnée	43	14	86	

Titre : *Biologie Humaine*
Auteur(s) : Désiré, Marchal et Bélanger
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 6
Distribution géographique des répondants : Qué. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	50	50	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	67	33	5
Facilité de lecture par mes élèves	6	67	33	5
Illustrations, photographies, etc.	6	0	100	1
Activités proposées	6	83	17	7
Exemples canadiens	6	83	17	7
Description des applications des sciences	6	50	50	3
Adaptation à l'élève peu doué	6	83	17	7
Adaptation à l'élève brillant	6	33	67	2
Renvois à d'autres textes pertinents	6	100	0	10
Impression générale donnée	6	83	17	

Titre : *Challenges to Science: Life Science*
Auteur(s) : W.L. Smallwood
Éditeur : McGraw-Hill Ryerson
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 11
Distribution géographique des répondants : Alb. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	8	12	86	3
Facilité de lecture par mes élèves	8	12	86	3
Illustrations, photographies, etc.	8	0	100	1
Activités proposées	8	62	38	7
Exemples canadiens	9	78	22	9
Description des applications des sciences	9	33	67	6
Adaptation à l'élève peu doué	7	86	14	10
Adaptation à l'élève brillant	8	25	75	5
Renvois à d'autres textes pertinents	8	75	25	8
Impression générale donnée	8	12	88	

Titre : *Concepts and Challenges in Science*
Auteur(s) : Alan Winkler et coll.
Éditeur : Gage
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 9
Distribution géographique des répondants : T.-N. (1), Î.P.-É. (2), Qué. (1), Man. (2), Alb. (1), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	14	86	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	4
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	1
Illustrations, photographies, etc.	7	14	86	1
Activités proposées	7	29	71	4
Exemples canadiens	6	67	33	9
Description des applications des sciences	7	43	57	7
Adaptation à l'élève peu doué	7	29	71	4
Adaptation à l'élève brillant	7	57	43	8
Renvois à d'autres textes pertinents	7	71	29	10
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Developing Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et M.T. Murphy
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 109
Distribution géographique des répondants : C.-B. (108), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	89	12	88	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	89	16	84	3
Facilité de lecture par mes élèves	88	19	81	5
Illustrations, photographies, etc.	87	14	86	2
Activités proposées	86	16	84	3
Exemples canadiens	85	25	75	7
Description des applications des sciences	87	29	71	8
Adaptation à l'élève peu doué	87	70	30	10
Adaptation à l'élève brillant	86	20	80	6
Renvois à d'autres textes pertinents	82	52	48	9
Impression générale donnée	86	12	88	

Titre : *Earth Science*
Auteur(s) : W.L. Ramsey, Phillips, Watenpaugh
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : T.-N. (6), Sask. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	22	78	2
Facilité de lecture par mes élèves	9	22	78	2
Illustrations, photographies, etc.	9	33	67	4
Activités proposées	9	33	67	4
Exemples canadiens	10	60	40	9
Description des applications des sciences	9	67	33	10
Adaptation à l'élève peu doué	10	50	50	6
Adaptation à l'élève brillant	8	50	50	6
Renvois à d'autres textes pertinents	9	56	44	8
Impression générale donnée	8	37	63	

Titre : *Les êtres et leur milieu*
Auteur(s) : M. Poirier et G. Viscasillas
Éditeur : Les éditions Brault et Bouthillier Ltée
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : N.-B. (2), Qué. (6), Man. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	10	50	50	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	10	40	60	3
Facilité de lecture par mes élèves	10	60	40	8
Illustrations, photographies, etc.	10	10	90	1
Activités proposées	10	50	50	5
Exemples canadiens	10	40	60	3
Description des applications des sciences	10	50	50	5
Adaptation à l'élève peu doué	10	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	10	20	80	2
Renvois à d'autres textes pertinents	10	70	30	9
Impression générale donnée	10	40	60	

Titre : *Exploring Matter and Energy*
Auteur(s) : Milo K. Blecha et coll.
Éditeur : Doubleday
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 35
Distribution géographique des répondants : T.-N. (1), N.-É. (1), N.-B. (17), Sask. (1), Alb. (7), C.-B. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	26	42	58	6
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	26	46	54	8
Facilité de lecture par mes élèves	25	16	84	1
Illustrations, photographies, etc.	25	24	76	3
Activités proposées	25	20	80	2
Exemples canadiens	23	30	70	4
Description des applications des sciences	24	37	63	5
Adaptation à l'élève peu doué	24	42	58	6
Adaptation à l'élève brillant	24	62	38	10
Renvois à d'autres textes pertinents	24	50	50	9
Impression générale donnée	24	33	67	

Titre : *Exploring Science Series*
Auteur(s) : W.A. Thurber et R.E. Kilburn
Éditeur : Macmillan of Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 75
Distribution géographique des répondants : T.-N. (20), Î.-P.-É. (15), N.-É. (28), Man. (7), Alb. (1), C.-B. (3), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	62	48	52	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	61	59	41	6
Facilité de lecture par mes élèves	63	62	38	7
Illustrations, photographies, etc.	63	40	60	1
Activités proposées	63	52	48	3
Exemples canadiens	63	84	16	10
Description des applications des sciences	63	63	37	8
Adaptation à l'élève peu doué	63	81	19	9
Adaptation à l'élève brillant	63	40	60	1
Renvois à d'autres textes pertinents	62	55	45	5
Impression générale donnée	63	65	35	

Remarque : En deux occasions (f et h) le nombre de réponses "très insatisfaisant" dépassait le nombre de réponses "plutôt satisfaisant".

Titre : *Extending Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 98
Distribution géographique des répondants : C.-B. (97), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	87	32	68	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	86	51	49	4
Facilité de lecture par mes élèves	85	73	27	7
Illustrations, photographies, etc.	86	70	30	6
Activités proposées	85	53	47	5
Exemples canadiens	85	79	21	8
Description des applications des sciences	85	85	15	9
Adaptation à l'élève peu doué	85	89	11	10
Adaptation à l'élève brillant	85	40	60	2
Renvois à d'autres textes pertinents	83	48	52	3
Impression générale donnée	85	65	35	

Titre : *Fo[illegible]s on Life Science*
Auteur(s) : C.H. Heimler et J.D. Lockard
Éditeur : C[illegible]arles E. Merrill
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : Ont. (1), Man. (7), Sask. (7)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	8	12	88	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	8	12	88	2
Facilité de lecture par mes élèves	8	25	75	5
Illustrations, photographies, etc.	8	0	100	1
Activités proposées	8	25	75	5
Exemples canadiens	8	62	38	9
Description des applications des sciences	8	25	75	5
Adaptation à l'élève peu doué	8	75	25	10
Adaptation à l'élève brillant	8	12	88	2
Renvois à d'autres textes pertinents	8	25	75	5
Impression générale donnée	8	25	75	

Titre : *Initiation aux sciences physiques*
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll., traduit et adapté sous la direction de J.-M. Chevrier
Éditeur : Institut de recherches psychologiques
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 12
Distribution géographique des répondants : Qué. (11), Man. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	12	33	67	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	12	25	75	2
Facilité de lecture par mes élèves	12	50	50	6
Illustrations, photographies, etc.	12	25	75	2
Activités proposées	12	25	75	2
Exemples canadiens	12	92	8	8
Description des applications des sciences	12	67	33	7
Adaptation à l'élève peu doué	12	92	8	8
Adaptation à l'élève brillant	12	17	83	1
Renvois à d'autres textes pertinents	12	100	0	10
Impression générale donnée	12	17	83	

Titre : *Introducing Science Concepts in the Laboratory*
Auteur(s) : M.C. Schmid et M.T. Murphy
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 91
Distribution géographique des répondants : C.-B. (90), Yuk. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	72	6	94	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	71	21	79	3
Facilité de lecture par mes élèves	72	26	74	4
Illustrations, photographies, etc.	72	37	63	6
Activités proposées	71	20	80	2
Exemples canadiens	71	44	56	7
Description des applications des sciences	71	70	30	9
Adaptation à l'élève peu doué	72	76	24	10
Adaptation à l'élève brillant	72	33	67	5
Renvois à d'autres textes pertinents	71	62	38	8
Impression générale donnée	72	14	86	

Titre : *Introduction à la biologie, perspective écologique*
Auteur(s) : P. Thibault et R. D'Aoust
Éditeur : Hurtubise HMH
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : N.-B. (3), Qué. (12)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	40	60	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	40	60	4
Facilité de lecture par mes élèves	15	40	60	4
Illustrations, photographies, etc.	15	27	73	2
Activités proposées	15	60	40	8
Exemples canadiens	15	33	67	3
Description des applications des sciences	14	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	15	20	80	1
Renvois à d'autres textes pertinents	14	79	21	10
Impression générale donnée	15	47	53	

Titre : *Life Science, A Problem Solving Approach*
Auteur(s) : Joseph L. Carter et coll.
Éditeur : Ginn
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : Sask. (1), Alb. (7), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	11	89	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	22	78	2
Facilité de lecture par mes élèves	9	33	67	5
Illustrations, photographies, etc.	9	22	78	2
Activités proposées	9	22	78	2
Exemples canadiens	8	38	62	6
Description des applications des sciences	9	78	22	8
Adaptation à l'élève peu doué	9	89	11	10
Adaptation à l'élève brillant	9	44	56	7
Renvois à d'autres textes pertinents	8	88	12	9
Impression générale donnée	9	11	89	

Titre : *Methods of Science Today, Physical Science 3-4*
Auteur(s) : George Erwin et coll.
Éditeur : Clarke, Irwin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 34
Distribution géographique des répondants : Ont. (33), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	30	37	63	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	30	50	50	5
Facilité de lecture par mes élèves	30	33	67	2
Illustrations, photographies, etc.	30	27	73	1
Activités proposées	29	34	66	3
Exemples canadiens	28	54	46	7
Description des applications des sciences	29	52	48	6
Adaptation à l'élève peu doué	31	68	32	9
Adaptation à l'élève brillant	28	61	39	8
Renvois à d'autres textes pertinents	29	76	24	10
Impression générale donnée	28	46	54	

Titre : *Physical Science, A Problem Solving Approach*
Auteur(s) : Joseph L. Carter et coll.
Éditeur : Ginn
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 10
Distribution géographique des répondants : Ont. (2), Alb. (7), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	9	33	67	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	9	44	56	6
Facilité de lecture par mes élèves	9	33	67	3
Illustrations, photographies, etc.	9	33	67	3
Activités proposées	9	22	78	1
Exemples canadiens	9	67	33	9
Description des applications des sciences	9	22	78	1
Adaptation à l'élève peu doué	9	67	33	9
Adaptation à l'élève brillant	9	44	56	6
Renvois à d'autres textes pertinents	9	44	56	6
Impression générale donnée	9	33	67	

Titre : *Physical Science: An Introductory Study*
Auteur(s) : William Andrews et coll.
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 87
Distribution géographique des répondants : Î.P.-É. (5), Ont. (32), Man. (2), Sask. (37), Alb. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	77	13	87	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	76	18	82	4
Facilité de lecture par mes élèves	76	17	83	3
Illustrations, photographies, etc.	76	18	82	4
Activités proposées	76	11	89	1
Exemples canadiens	71	52	48	8
Description des applications des sciences	76	51	49	7
Adaptation à l'élève peu doué	76	75	25	9
Adaptation à l'élève brillant	76	25	75	6
Renvois à d'autres textes pertinents	75	75	25	9
Impression générale donnée	76	16	84	

Titre : *Scienceways*
Auteur(s) : John MacBean et coll.
Éditeur : Copp Clark Pitman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 46
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), N.-B. (43), T. N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	31	29	71	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	32	37	63	5
Facilité de lecture par mes élèves	32	37	63	5
Illustrations, photographies, etc.	32	19	81	1
Activités proposées	32	22	78	2
Exemples canadiens	32	41	59	7
Description des applications des sciences	29	41	59	7
Adaptation à l'élève peu doué	32	56	44	10
Adaptation à l'élève brillant	32	22	78	2
Renvois à d'autres textes pertinents	28	46	54	9
Impression générale donnée	31	35	65	

Remarque : Cette série se compose de deux manuels : "Green Level" et "Blue Level".

Titre : *Searching for Structure*
Auteur(s) : D. H. Pike (direction générale)
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 93
Distribution géographique des répondants : T.-N. (84), Î.-P.-É. (1), N.-É. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	80	14	86	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	80	15	85	2
Facilité de lecture par mes élèves	80	29	71	6
Illustrations, photographies, etc.	80	18	82	3
Activités proposées	80	24	76	5
Exemples canadiens	78	32	68	7
Description des applications des sciences	77	39	61	9
Adaptation à l'élève peu doué	79	58	42	10
Adaptation à l'élève brillant	79	23	77	4
Renvois à d'autres textes pertinents	78	36	64	8
Impression générale donnée	79	15	85	

Titre : *Biological Science: An Ecological Approach*
Auteur(s) : Biological Sciences Curriculum Study
Éditeur : Rand McNally
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 57
Distribution géographique des répondants : N.-É. (3), Ont. (1), Sask. (16), Alb. (2), C.-B. (34), Yuk. (1).

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	50	32	68	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	48	33	67	4
Facilité de lecture par mes élèves	48	21	79	1
Illustrations, photographies, etc.	47	23	77	2
Activités proposées	48	50	50	7
Exemples canadiens	47	94	6	10
Description des applications des sciences	47	64	36	8
Adaptation à l'élève peu doué	49	65	35	9
Adaptation à l'élève brillant	48	48	52	6
Renvois à d'autres textes pertinents	46	41	59	5
Impression générale donnée	47	34	66	

Titre : *Biological Science: An Inquiry Into Life*
Auteur(s) : Biological Sciences Curriculum Study
Éditeur : Harcourt, Brace, Jovanovich, Inc./Longman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), Ont. (5), Man. (1), Alb. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	14	86	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	14	86	3
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	3
Illustrations, photographies, etc.	7	0	100	1
Activités proposées	7	43	57	6
Exemples canadiens	7	86	14	10
Description des applications des sciences	7	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	43	57	6
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Biological Science: Molecules To Man*
Auteur(s) : Biological Science Curriculum Study
Éditeur : Houghton Mifflin Co.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 12
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Man. (11)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	11	9	91	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	11	9	91	2
Facilité de lecture par mes élèves	11	9	91	2
Illustrations, photographies, etc.	11	9	91	2
Activités proposées	11	36	64	8
Exemples canadiens	11	82	18	9
Description des applications des sciences	11	27	73	6
Adaptation à l'élève peu doué	11	82	18	9
Adaptation à l'élève brillant	11	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	11	27	73	6
Impression générale donnée	11	9	91	

Titre : *Biology*
Auteur(s) : John W. Kimball et coll.
Éditeur : Addison Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 20
Distribution géographique des répondants : Ont. (10), Alb. (10)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	7	93	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	13	87	4
Facilité de lecture par mes élèves	15	33	67	6
Illustrations, photographies, etc.	15	7	93	2
Activités proposées	14	71	29	8
Exemples canadiens	13	85	15	9
Description des applications des sciences	15	53	47	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	93	7	10
Adaptation à l'élève brillant	15	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	15	27	73	5
Impression générale donnée	15	20	80	

Titre : *Biology: Living Systems*
Auteur(s) : R.F. Oram et coll.
Éditeur : Charles Merrill
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 36
Distribution géographique des répondants : T.-N. (35), Ont. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	28	7	93	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	28	7	93	1
Facilité de lecture par mes élèves	28	29	71	7
Illustrations, photographies, etc.	28	11	89	3
Activités proposées	28	25	75	6
Exemples canadiens	28	86	14	9
Description des applications des sciences	28	54	46	8
Adaptation à l'élève peu doué	28	86	14	9
Adaptation à l'élève brillant	28	14	86	4
Renvois à d'autres textes pertinents	27	15	85	5
Impression générale donnée	28	11	89	

Titre : *Foundations of Biology*
Auteur(s) : W.D. McElroy et coll.
Éditeur : Prentice-Hall of Canada Ltd.
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 34
Distribution géographique des répondants : N.-B. (8), Alb. (1), C.-B. (22), Yuk. (2), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	28	39	61	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	28	46	54	5
Facilité de lecture par mes élèves	28	46	54	5
Illustrations, photographies, etc.	28	39	61	2
Activités proposées	27	78	22	8
Exemples canadiens	27	93	7	9
Description des applications des sciences	28	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	28	93	7	9
Adaptation à l'élève brillant	28	25	75	1
Renvois à d'autres textes pertinents	28	43	57	4
Impression générale donnée	28	54	46	

Titre : *Modern Biology*
Auteur(s) : J.H. Otto et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 70
Distribution géographique des répondants : N.-É. (28), Ont. (4), Sask. (19), Alb. (16), T.N.-O. (3)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	63	8	92	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	63	22	78	3
Facilité de lecture par mes élèves	63	19	81	2
Illustrations, photographies, etc.	64	25	75	4
Activités proposées	64	61	39	8
Exemples canadiens	63	86	14	10
Description des applications des sciences	63	57	43	7
Adaptation à l'élève peu doué	63	68	32	9
Adaptation à l'élève brillant	63	33	67	6
Renvois à d'autres textes pertinents	63	29	71	5
Impression générale donnée	63	22	78	

Titre : *Understanding Living Things*
Auteur(s) : J. Reimer et W. Wilson
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 6
Distribution géographique des répondants : N.-É. (2), Ont. (4)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	5	80	20	7
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	5	80	20	7
Facilité de lecture par mes élèves	5	60	40	3
Illustrations, photographies, etc.	5	80	20	7
Activités proposées	5	60	40	3
Exemples canadiens	4	25	75	1
Description des applications des sciences	5	40	60	2
Adaptation à l'élève peu doué	5	80	20	7
Adaptation à l'élève brillant	5	60	40	3
Renvois à d'autres textes pertinents	4	75	25	6
Impression générale donnée	5	80	20	

Titre : *ALCHEM*
Auteur(s) : Frank Jenkins et coll.
Éditeur : J.M. LeBel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 14
Distribution géographique des répondants : Alb. (13), C.-B. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	14	21	79	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	14	21	79	2
Facilité de lecture par mes élèves	14	7	93	1
Illustrations, photographies, etc.	14	43	57	9
Activités proposées	14	36	64	8
Exemples canadiens	14	7	93	1
Description des applications des sciences	14	21	79	2
Adaptation à l'élève peu doué	14	50	50	10
Adaptation à l'élève brillant	14	29	71	6
Renvois à d'autres textes pertinents	14	29	71	6
Impression générale donnée	14	29	71	

Titre : *Chemistry: an Experimental Science*
Auteur(s) : E. Pimentel et coll.
Éditeur : W.H. Freeman
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Man. (1), Sask. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	29	71	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	1
Facilité de lecture par mes élèves	8	75	25	10
Illustrations, photographies, etc.	7	43	67	3
Activités proposées	7	43	67	3
Exemples canadiens	7	71	29	8
Description des applications des sciences	6	50	50	6
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	6	33	67	3
Renvois à d'autres textes pertinents	6	67	33	7
Impression générale donnée	6	33	67	

Titre : *Chemistry, Experimental Foundations*
Auteur(s) : R.W. Parry et coll.
Éditeur : Prentice-Hall Canada
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 23
Distribution géographique des répondants : Qué. (1), Ont. (7), Man. (3), Sask. (10), Alb. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	20	0	100	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	20	15	85	3
Facilité de lecture par mes élèves	20	35	65	5
Illustrations, photographies, etc.	20	20	80	4
Activités proposées	20	40	60	6
Exemples canadiens	20	95	5	10
Description des applications des sciences	20	80	20	8
Adaptation à l'élève peu doué	20	90	10	9
Adaptation à l'élève brillant	20	10	90	2
Renvois à d'autres textes pertinents	20	65	35	7
Impression générale donnée	20	15	85	

Titre : *Chemistry: Experiments and Principles*
Auteur(s) : Paul R. O'Connor et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 26
Distribution géographique des répondants : T.-N. (7), N.-É. (1), Qué. (3), Ont. (2), Man. (3), Alb. (10)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	22	18	82	3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	22	18	82	3
Facilité de lecture par mes élèves	22	14	86	2
Illustrations, photographies, etc.	22	18	82	3
Activités proposées	22	36	64	6
Exemples canadiens	22	91	9	9
Description des applications des sciences	22	54	46	7
Adaptation à l'élève peu doué	22	95	5	10
Adaptation à l'élève brillant	22	9	91	1
Renvois à d'autres textes pertinents	22	82	18	8
Impression générale donnée	22	18	82	

Titre : *Chemistry Today*
Auteur(s) : R.L. Whitman et E.E. Zinck
Éditeur : Prentice-Hall
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 30
Distribution géographique des répondants : N.-É. (13), Qué. (3), Ont. (14)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	23	17	83	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	23	17	83	1
Facilité de lecture par mes élèves	23	17	83	1
Illustrations, photographies, etc.	23	35	65	4
Activités proposées	23	56	44	8
Exemples canadiens	23	48	52	6
Description des applications des sciences	23	48	52	6
Adaptation à l'élève peu doué	23	65	35	10
Adaptation à l'élève brillant	23	43	57	5
Renvois à d'autres textes pertinents	23	61	39	9
Impression générale donnée	23	17	83	

Titre : *La chimie : expériences et principes*
Auteur(s) : Paul R. O'Connor et coll., traduit par J. Leclerc
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 7
Distribution géographique des répondants : Qué. (7)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	57	43	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	43	57	3
Facilité de lecture par mes élèves	7	57	43	5
Illustrations, photographies, etc.	7	29	71	2
Activités proposées	7	43	57	3
Exemples canadiens	7	86	14	9
Description des applications des sciences	7	71	29	7
Adaptation à l'élève peu doué	7	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	71	29	7
Impression générale donnée	7	57	43	

Titre : *Éléments de chimie expérimentale*
Auteur(s) : Lahaie, Papillon, Valiquette
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 15
Distribution géographique des répondants : Qué. (14), Ont. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	27	73	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	47	53	5
Facilité de lecture par mes élèves	15	40	60	2
Illustrations, photographies, etc.	15	40	60	2
Activités proposées	15	60	40	7
Exemples canadiens	15	47	53	5
Description des applications des sciences	15	60	40	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	73	27	9
Adaptation à l'élève brillant	15	27	73	1
Renvois à d'autres textes pertinents	15	87	13	10
Impression générale donnée	15	47	53	

Titre : *Foundations of Chemistry*
Auteur(s) : E.R. Toon et G.L. Ellis
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 30
Distribution géographique des répondants : Ont. (11), Man. (2), C.-B. (15), Yuk. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	22	5	95	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	22	9	91	4
Facilité de lecture par mes élèves	22	5	95	1
Illustrations, photographies, etc.	22	23	77	6
Activités proposées	22	23	77	6
Exemples canadiens	22	73	27	9
Description des applications des sciences	22	14	86	5
Adaptation à l'élève peu doué	21	86	14	10
Adaptation à l'élève brillant	22	5	95	1
Renvois à d'autres textes pertinents	22	27	73	8
Impression générale donnée	22	5	95	

Titre : *Inquiries in Chemistry*
Auteur(s) : A.M. Turner et C.T. Sears Jr.
Éditeur : Allyn & Bacon
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 40
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), N.-B. (11), C.-B. (28)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	38	18	82	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	38	45	55	6
Facilité de lecture par mes élèves	37	16	84	1
Illustrations, photographies, etc.	37	32	68	3
Activités proposées	37	57	43	7
Exemples canadiens	35	77	23	10
Description des applications des sciences	35	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	36	72	28	9
Adaptation à l'élève brillant	37	38	62	5
Renvois à d'autres textes pertinents	35	37	63	4
Impression générale donnée	37	32	78	

Titre : *Interaction of Matter and Energy*
Auteur(s) : N. Abraham et coll.
Éditeur : Rand McNally
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : N.-B. (1), Sask. (5), C.-B. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	7	0	100	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	7	29	71	6
Facilité de lecture par mes élèves	7	14	86	5
Illustrations, photographies, etc.	7	0	100	1
Activités proposées	7	0	100	1
Exemples canadiens	7	100	0	10
Description des applications des sciences	7	71	29	8
Adaptation à l'élève peu doué	7	71	29	8
Adaptation à l'élève brillant	7	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	7	43	57	7
Impression générale donnée	7	14	86	

Titre : *Keys to Chemistry*
Auteur(s) : E.W. Ledbetter et J.A. Young
Éditeur : Addison-Wesley
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 14
Distribution géographique des répondants : Ont. (2), Man. (2), Alb. (4), C.-B. (4), Yuk. (1), T.N.-O. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	13	31	69	5
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	13	23	77	3
Facilité de lecture par mes élèves	13	8	92	1
Illustrations, photographies, etc.	13	31	69	5
Activités proposées	13	46	54	7
Exemples canadiens	13	69	31	10
Description des applications des sciences	13	46	54	7
Adaptation à l'élève peu doué	13	62	38	9
Adaptation à l'élève brillant	12	17	83	2
Renvois à d'autres textes pertinents	13	23	77	3
Impression générale donnée	13	38	62	

Titre : *Modern Chemistry*
Auteur(s) : Metcalfe et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart & Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 21
Distribution géographique des répondants : Î.P.-É. (8), N.-É. (4), N.-B. (1), Sask. (7), Alb. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	16	19	81	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	16	31	69	3
Facilité de lecture par mes élèves	16	44	56	4
Illustrations, photographies, etc.	16	50	50	5
Activités proposées	16	56	44	6
Exemples canadiens	16	87	13	9
Description des applications des sciences	16	62	38	7
Adaptation à l'élève peu doué	16	87	13	9
Adaptation à l'élève brillant	16	19	81	1
Renvois à d'autres textes pertinents	16	62	38	7
Impression générale donnée	16	31	69	

Titre : *Fundamentals of Physics*
Auteur(s) : R.W. Heath et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 53
Distribution géographique des répondants : N.-É. (3), Qué. (1), Ont. (17), Sask. (13), C.-B. (19)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	45	7	93	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	45	4	96	3
Facilité de lecture par mes élèves	45	2	98	1
Illustrations, photographies, etc.	45	2	98	1
Activités proposées	45	18	82	5
Exemples canadiens	42	26	74	6
Description des applications des sciences	43	28	72	7
Adaptation à l'élève peu doué	43	40	60	9
Adaptation à l'élève brillant	44	29	71	8
Renvois à d'autres textes pertinents	42	74	26	10
Impression générale donnée	45	7	93	

Titre : *Matter and Energy*
Auteur(s) : J.H. MacLachlan et coll.
Éditeur : Clarke, Irwin
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 26
Distribution géographique des répondants : Ont. (26)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	15	7	93	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	15	13	87	2
Facilité de lecture par mes élèves	15	20	80	4
Illustrations, photographies, etc.	15	40	60	5
Activités proposées	15	73	27	9
Exemples canadiens	15	47	53	6
Description des applications des sciences	15	60	40	7
Adaptation à l'élève peu doué	15	87	13	10
Adaptation à l'élève brillant	15	13	87	2
Renvois à d'autres textes pertinents	15	67	33	8
Impression générale donnée	15	33	67	

Titre : *Physics* (PSSC)
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll.
Éditeur : D.C. Heath
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 48
Distribution géographique des répondants : N.-É. (1), Qué. (6), Ont. (18), Man. (10), Sask. (6), C.-B. (6)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	41	10	90	2
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	41	20	80	3
Facilité de lecture par mes élèves	41	59	41	7
Illustrations, photographies, etc.	41	20	80	3
Activités proposées	41	41	59	6
Exemples canadiens	41	98	2	10
Description des applications des sciences	41	73	27	8
Adaptation à l'élève peu doué	41	93	7	9
Adaptation à l'élève brillant	41	5	95	1
Renvois à d'autres textes pertinents	41	32	68	5
Impression générale donnée	41	22	78	

Titre : *Physics, A Human Endeavour*
Auteur(s) : D. Paul et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart, Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 36
Distribution géographique des répondants : T.-N. (15), N.-É. (4), N.-B. (8), Ont. (1), Alb. (8)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	33	18	82	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	33	30	70	3
Facilité de lecture par mes élèves	33	18	82	1
Illustrations, photographies, etc.	33	33	67	4
Activités proposées	33	33	67	4
Exemples canadiens	33	48	52	8
Description des applications des sciences	33	42	58	6
Adaptation à l'élève peu doué	33	67	33	10
Adaptation à l'élève brillant	33	42	58	6
Renvois à d'autres textes pertinents	33	61	39	9
Impression générale donnée	33	33	67	

Titre : *Physique PSSC*
Auteur(s) : U. Haber-Schaim et coll., traduction et adaptation par P. Tougas
Éditeur : Centre éducatif et culturel
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Qué. (6), Ont. (1), Man. (1)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	33	67	4
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	17	83	3
Facilité de lecture par mes élèves	6	67	33	7
Illustrations, photographies, etc.	6	0	100	1
Activités proposées	6	50	50	5
Exemples canadiens	6	83	17	9
Description des applications des sciences	6	67	33	7
Adaptation à l'élève peu doué	6	100	0	10
Adaptation à l'élève brillant	6	0	100	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	50	50	5
Impression générale donnée	6	17	83	

Titre : *Project Physics*
Auteur(s) : J. Rutherford et coll.
Éditeur : Holt, Rinehart and Winston
Nombre d'utilisateurs ayant participé à l'enquête : 8
Distribution géographique des répondants : Alb. (6), T.N.-O. (2)

Caractéristique	N	I	II	R
		%	%	
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	6	17	83	1
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	6	50	50	6
Facilité de lecture par mes élèves	6	17	83	1
Illustrations, photographies, etc.	6	17	83	1
Activités proposées	6	33	67	5
Exemples canadiens	6	67	33	8
Description des applications des sciences	6	50	50	6
Adaptation à l'élève peu doué	6	83	17	10
Adaptation à l'élève brillant	6	17	83	1
Renvois à d'autres textes pertinents	6	67	33	8
Impression générale donnée	6	33	67	

Annexe D – Grilles d'analyse des manuels de sciences

Une version légèrement remaniée du document à la disposition des analystes apparaît ici. Ce document était accompagné d'une feuille-réponse destinée à recueillir l'information de façon standardisée.

1. Les intentions exprimées des manuels de sciences
2. Le contexte canadien dans les manuels de sciences
3. L'interaction science-technologie-société
4. Nature de la science et histoire des sciences et des techniques
5. Carrières
6. Habiletés scientifiques au laboratoire

Grille d'analyse n° 1

Les intentions exprimées des manuels de sciences

Le but de cette partie de l'analyse des manuels est de recenser et de classifier les intentions exprimées dans les manuels. Habituellement, on retrouve ces intentions dans la préface, mais il faut souvent chercher ailleurs. C'est pourquoi il vous faudra examiner aussi le premier chapitre du manuel, qui contient parfois des réponses à la question : « Pourquoi étudier les sciences? », la liste des objectifs d'apprentissage (si elle existe), la table des matières et plus généralement, toute partie de l'ouvrage susceptible de renfermer un message explicite des auteurs quant aux objectifs de l'enseignement des sciences que le manuel aide à atteindre. Vous devrez examiner aussi le livre du maître.

Remarquons tout de suite que l'absence d'un objectif explicite en particulier ne garantit pas que l'auteur ne fournisse pas dans son ouvrage des occasions de l'atteindre. Nous ne nous intéressons ici qu'aux types de messages que les auteurs estiment suffisamment importants pour les livrer explicitement.

Une fois que vous aurez recensé ces intentions exprimées, il vous faudra les classer dans les huit catégories suivantes :

1. contenu scientifique;
2. démarche scientifique et habiletés reliées;
3. implications sociales de l'activité scientifique et technique;
4. nature de la science;
5. croissance personnelle;
6. attitudes reliées à la science;
7. sciences appliquées et technologie;
8. orientation professionnelle.

Voici maintenant quelques critères, accompagnés d'exemples qui vous permettront d'entreprendre ce classement.

1. Contenu scientifique : réunir ici les objectifs directement reliés à l'apprentissage des faits, lois et théories qui composent ce qu'on appelle communément le « contenu scientifique ». Par exemple :

« Tu vas identifier des sites ou des endroits très différents par le climat, le sol[1]. »

« Dans ce livre, nous tenterons d'étudier la matière dont est formé l'univers entier[2]. »

« À partir du matériel de laboratoire fourni, calculez la constante de Planck grâce à la pente de la courbe $E_{él\ émis} = f(v)$. Vous devez remettre un rapport contenant les éléments indiqués dans l'évaluation. »[3]

Remarquons à cette occasion que la façon d'exprimer une intention varie avec les auteurs. Les intentions peuvent s'adresser au manuel, à l'enseignant ou à l'élève et ne sont pas toujours rédigées de façon à identifier un comportement observable. Elles sont parfois rédigées simplement comme affirmations.

2. *Démarche scientifique et habiletés reliées* : réunir ici les objectifs portant sur le processus intellectuel privilégié par les auteurs comme mode de connaissance scientifique. Ceci inclut : la méthode scientifique, l'investigation, les aptitudes telles que la créativité, l'émission d'hypothèses, la vérification expérimentale, etc. Par exemple :

« L'étudiant procède donc toujours selon l'ordre des différentes étapes de la méthode expérimentale[4]. »

« Il (le manuel) vous apprendra plutôt à découvrir les choses par vous-même, à penser avec un esprit critique et à observer et noter des données avec précision, comme le font les scientifiques[5]. »

3. *Implications sociales de l'activité scientifique et technique* : réunir ici les objectifs qui font explicitement mention de l'impact social de l'activité scientifique et technique. Par impact social, il faut entendre les modifications apportées à l'individu et à la communauté sur le plan de la santé, du travail, des communications, du mode de vie, de l'économie, de la politique et de l'environnement en général. Par exemple :

« À la fin de cette leçon, les élèves devraient pouvoir : (1) énoncer certains moyens spécifiques qu'utilisent les hommes de sciences et autres experts pour tenter de résoudre les problèmes causés par l'augmentation très rapide de la population mondiale [...][6]. »

« Nous souhaitons provoquer l'éveil de l'esprit à la signification et aux possibilités des activités scientifiques pour que chaque citoyen de l'avenir puisse évaluer avec calme et sagesse l'impact grandissant des progrès technologiques sur son environnement social[7]. »

« C'est pourquoi nous nous sommes efforcés de donner des exemples [...] mettant en évidence des implications sociales, bonnes ou mauvaises, du développement des sciences[8]. »

4. *Nature de la science* : recueillir ici les objectifs des auteurs à propos de : a) la nature de la science, et b) l'histoire des sciences et des techniques. Par exemple :

« On doit définir la nature de la science en posant des actes scienti-

fiques. Il faut étudier la nature de la chimie en analysant les problèmes qui intéressent les chimistes. »[9]

« Aider les étudiants à considérer la physique comme une activité humaine complexe et merveilleuse, ce qu'elle est en réalité : c'est-à-dire présenter les points de vue historique et culturel du sujet et montrer que les idées en physique ont une tradition et suivent une évolution continuelle sur les chemins de l'adaptation et du changement[10]. »

5. *Croissance personnelle* : réunir ici les intentions qui sont reliées au développement général (cognitif, psychomoteur et affectif) de l'élève. Il est souvent difficile de les identifier et celles-ci ne sont pas toujours présentes. Par exemple :

« Nous visons à développer chez les élèves un scepticisme sain qui tienne compte des opinions des autres et leur fasse garder confiance dans leurs opinions propres[11]. »

6. *Attitudes envers la science* : réunir ici les intentions des auteurs reliées aux attitudes que les élèves devraient acquérir vis-à-vis de la science : enthousiasme, respect, prudence, curiosité, intérêt, etc. Par exemple :

« Que vous poursuiviez ou non l'étude de la physique, l'histoire de la nature telle qu'elle vous aura été racontée par les physiciens vous sera d'un grand secours; elle vous aidera à comprendre le monde passionnant et changeant dans lequel nous vivons. Car derrière les gros titres de journaux, derrière les petites inventions qui créent les nouveaux emplois, derrière les problèmes jusqu'alors inconnus auxquels chaque citoyen doit faire face, on retrouve la physique. C'est en étudiant cette science, dont l'importance est grandissante et qui revêt une signification de premier plan dans l'histoire de l'humanité, que vous aurez l'occasion de satisfaire votre curiosité. »[12]

7. *Sciences appliquées et technologie* : réunir ici les intentions exprimées par les auteurs concernant la connaissance de la technologie, des techniques et de l'application des sciences. Si ces intentions incluent des considérations sociales, les inscrire dans la catégorie n° 3. Par exemple :

« L'élève devrait être capable de décrire quelques techniques industrielles employées pour purifier les métaux[13]. »

8. *Orientation professionnelle* : réunir ici les intentions exprimées par les auteurs concernant les carrières dans l'univers scientifique et technique.

Grille d'analyse n° 2

Le contexte canadien dans les manuels de sciences

Le but de cette partie de l'analyse est de mesurer le degré de présence d'un contexte canadien dans les manuels de sciences. Le premier problème que nous devons résoudre consiste à définir ce que nous entendons par « contexte canadien ». Comme nous le mentionnons dans la raison d'être de l'analyse, le *contenu scientifique* d'un manuel représente l'ensemble des

faits scientifiques, lois et théories. Le contexte est défini comme l'ensemble de toutes les informations qui ne font pas partie de ce contenu. Le *contexte canadien* sera donc la partie du contexte général qui fera référence au Canada dans chacune des dimensions suivantes : physique, historique et socio-culturelle.

Parler de contexte canadien soulève la question de la nationalité du contexte pour l'enseignement des sciences. Nous n'entrerons pas ici dans le débat sur l'universalité et l'unité de la science, pas plus que nous ne discuterons de la quantité acceptable de contexte canadien. Ce sont des questions qui ont déjà fait l'objet de débats et qui continueront de provoquer des discussions. Notre but, ici, est d'apporter des données pour alimenter ces débats et discussions. Pour les fins de cette analyse, notre définition d'un contexte canadien dans les manuels de sciences sera celle-ci : *l'ensemble des messages contenus dans le manuel qui sont reliés sans équivoque à la réalité canadienne sous tous ses angles, dans ce qu'elle a d'original.*

Une recherche préliminaire nous a montré que le contexte canadien, quand il existe, peut prendre les formes les plus variées et n'est pas entièrement repérable par la table des matières ou l'index d'un manuel. Comme sa distribution est généralement très inégale, il s'avère impossible d'en rendre compte de façon rigoureuse par l'examen d'un échantillon aléatoire de chapitres ou de pages. L'analyste devra donc examiner chaque page en détail.

La grille d'analyse se compose d'une série de questions dont les réponses nous permettront :

- de déterminer le degré de présence d'un contexte canadien, et
- de dénombrer les situations où le contexte canadien est remplacé par un contexte étranger sans que cela soit absolument nécessaire.

Le degré de présence du contexte canadien sera déterminé dans les trois dimensions du contexte : physique, historique et socio-culturelle.

1. *Dimension physique* : cette dimension est composée de l'ensemble des messages qui incluent une référence au milieu géographique canadien. Il peut s'agir d'illustrations (photographies, dessins ou graphiques) ou de phrases telles que celle-ci :

> « En Colombie-Britannique, le nord magnétique est-il à l'est ou à l'ouest du nord vrai? Au Québec, de quel côté du nord vrai se trouve le nord magnétique? »[1]

2. *Dimension historique* : il faudra réunir ici tous les messages concernant l'histoire de l'activité scientifique et technique au Canada. En voici un exemple :

> « Sir Sandford Fleming, un brillant ingénieur, a proposé en 1879 la création de fuseaux horaires[2]. »

3. *Dimension socio-culturelle* : l'analyste réunira ici les messages sur l'impact de l'activité scientifique et technique sur les aspects économique, politique, social et culturel de la vie canadienne. En voici un exemple :

> « Beaucoup d'efforts ont été faits du côté de la pollution par le SO_2.

À Montréal, par exemple, il y eut des réglementations très sévères interdisant de dépasser un certain pourcentage de soufre dans les huiles à chauffage, ce qui a considérablement amélioré la situation. »[3]

Le contexte étranger

En 1973, une Commission royale d'enquête de l'Ontario sur l'édition au Canada concluait ceci :

« Nous ne recommanderions évidemment pas l'incorporation artificielle d'un contenu canadien si celle-ci devait se faire mal à propos. Ce que nous demandons, c'est de présenter une matière dans une perspective canadienne lorsque la perspective alternative en est une étrangère. »[4]

Dans quelle mesure les manuels de sciences continuent-ils à privilégier une perspective étrangère dans les écoles canadiennes? Pour répondre à cette question, il faudra réunir les éléments du contexte qui présentent un point de vue non canadien, quand un point de vue canadien aurait été plus approprié. En voici un exemple :

« Et si nous attendons, qu'allons-nous faire à propos de la pénurie d'énergie dans le nord-est des États-Unis, qui menace de devenir un problème pour la nation entière[5]? »

Grille d'analyse n° 3

L'interaction science-technologie-société (STS) dans les manuels de sciences

La majorité des ministères et départements de l'Éducation au Canada considèrent que l'un des buts de l'enseignement des sciences consiste à sensibiliser les élèves aux implications sociales de l'activité scientifique et technique. Les deux exemples suivants illustrent ce qui précède.

Buts de l'enseignement des sciences de la nature (Québec, niveau élémentaire) :

« Permettre à l'enfant de s'épanouir comme personne autonome et créatrice appelée à vivre dans une société scientifique et technologique[1]. »

Objectifs du programme de sciences au secondaire en Alberta (1978) :

1. « Encourager une appréciation du rôle qu'ont joué les sciences dans le développement des sociétés humaines par l'examen :

1.1 ...

1.2 de l'interaction de la science et de la technologie;

1.3 des effets de la science sur la santé, sur la croissance et la distribution de la population, sur le développement des ressources, sur les communications et sur le transport; etc.[2] »

Cette tendance à attribuer à l'enseignement des sciences une perspective sociale n'est pas spécifique au Canada. Glen Aikenhead remarque que « la nécessité d'un programme d'enseignement des sciences et des techniques tenant compte de leurs interactions avec la société [...] a été mise en relief au Canada, en Australie, en Grande-Bretagne et aux États-Unis, et sur le plan international par l'UNESCO[3]. »

Cette partie de l'analyse des manuels vise à vérifier si les manuels de sciences en usage au Canada contiennent des informations ou des stratégies pédagogiques destinées à présenter l'activité scientifique et technique dans une perspective sociale.

Identification de l'interaction STS dans un manuel

Une étude préliminaire nous a permis de distinguer deux façons d'intégrer les impacts sociaux de la science et de la technologie dans les manuels de sciences :

- structurer le contenu à partir de ces impacts et utiliser ceux-ci comme premier prétexte à l'enseignement des sciences; et
- mentionner les conséquences sociales de l'activité scientifique et technique de façon occasionnelle, par exemple, en examinant les questions soulevées par l'utilisation de l'énergie nucléaire lors de l'étude des réactions nucléaires en chimie ou en physique.

Certains auteurs n'intègrent aucune considération sociale dans le contenu de leur manuel, et ceci pour un grand nombre de raisons. Quel que soit le mode d'intégration du contexte social choisi par les auteurs, nous définirons l'interaction STS dans un manuel comme suit : *l'ensemble des messages contenant de l'information sur l'impact social de l'activité scientifique et technique, et l'ensemble des stratégies pédagogiques (questions, expériences, projets, etc.) destinées à sensibiliser l'élève à cet impact.*

En nous inspirant des travaux de Glen Aikenhead[4], John Ziman[5], Graham Orpwood et Douglas Roberts[6], nous classerons ces messages selon quatre catégories qui nous paraissent constituer l'essentiel de l'interaction STS pour les niveaux primaire et secondaire :

1. Messages invitant l'élève à utiliser ses connaissances scientifiques et techniques pour des applications utiles à lui-même ou à sa communauté;
2. Messages informant des conséquences heureuses ou néfastes de l'activité scientifique et technique sur le bien-être de la société, aux plans national et international;
3. Messages portant sur les façons dont une société utilise les connaissances scientifiques et techniques pour résoudre des problèmes nationaux ou internationaux; et
4. Messages portant sur les aspects moral et juridique de l'activité scientifique et technique.

Voici quelques exemples de messages recueillis dans un échantillon de manuels et classés selon les quatres catégories.

Catégorie 1 :

« La planification urbaine et communautaire représente une des activités de conservation. Invitez un des membres d'une commission de planification gouvernementale dans votre classe pour qu'il vous explique comment la planification communautaire favorise la conservation des ressources humaines. »[7]

Catégorie 2 :

« Mais les inventions de l'homme impliquent des besoins accrus en : minerais pour les métaux, produits chimiques pour les plastiques, combustibles pour l'énergie, pierres pour la construction des routes et des édifices, eau pour se laver, se rafraîchir et se débarasser de ses déchets. Toutes ces ressources viennent de l'écosystème. En les prenant, l'homme bouleverse souvent son environnement. »[8]

Catégorie 3 :

« L'homme fait face au problème de la surpopulation. Les hommes de science essaient de trouver de nouveaux moyens pour résoudre le problème de la surpopulation. Ils cherchent et trouvent des façons de : produire plus de nourriture, contrôler les organismes nuisibles et les maladies, développer de nouvelles régions agricoles et de construire des maisons pour un plus grand nombre d'individus. »[9]

Catégorie 4 :

« Des études récentes en génétique traitent de l'ADN recombinant, d'ingénierie génétique et de conseillers en génétique. D'importantes décisions morales doivent être prises en même temps que les travaux s'effectuent dans ces champs de recherche. »[10]

Enfin, sont ajoutés les critères de sélection qui suivent :

- les messages doivent présenter un caractère d'actualité. Tout compte rendu sur l'interaction STS dans le passé sera inclus dans l'analyse de l'histoire des sciences dans les manuels de sciences; et
- les simples descriptions d'application de sciences telles que : « Un ou plus des atomes d'hydrogène de l'éthylène peut être substitué à des groupes comme -F, -Cl, $-CH_3$ ou $-COOH_3$. Les polymères synthétiques portant des noms de commerce comme Teflon, Saran, Lucite et Plexiglas en sont des produits résultants »[11], ne seront pas retenues comme message sur l'interaction STS; l'impact social y est, à toutes fins pratiques, inexistant.

L'analyste devra identifier les messages relatifs à l'interaction STS, les classer selon leur catégorie et, à l'aide du comptage de lignes, mesurer le pourcentage d'espace qu'ils occupent à l'intérieur du chapitre dont ils sont extraits. Pour chaque catégorie, l'analyste devra rechercher les renseignements suivants.

1ère catégorie :

- le nombre de messages invitant à l'action;
- le type d'activité demandée à l'élève (action personnelle ou collective et dans quel milieu : maison, école, ou communauté); et
- la nature de cette activité (action directe, information ou réflexion).

Indiquer le nombre d'activités dans la grille suivante :

Catégorie 1 : Grille

	Action directe	Cueillette d'information	Réflexion
École			
Maison			
Communauté			
Nombre de messages invitant à l'action personnelle			
Nombre de messages invitant à l'action collective			

Chaque analyste devra sélectionner un ou deux messages estimés représentatifs et les transcrire.

2e catégorie :

- le type d'activité scientifique et technique qui a des conséquences sur la société;
- le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences (selon les auteurs);
- la présence d'une discussion sur le caractère heureux ou néfaste de ces conséquences; et
- la localisation de ces conséquences (point de vue national ou international).

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 2 : Grille

Type de conséquence	conséquence considérée comme heureuse/ néfaste	discussion présente oui/non	localisation nationale/ internationale	% dans le chapitre (estimation)
1.				
2.				
3.				
4.				
etc.				

3e catégorie :

- nature des problèmes auxquels la science et la technologie peuvent apporter une solution;
- degré de certitude, selon l'auteur, avec lequel cette solution peut être trouvée; et
- contexte des problèmes (national ou international).

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 3 : grille

Nature des problèmes et description de la solution	degré de certitude certitude absolue doute	contexte national international	% dans le chapitre (estimation)
1.			
2.			
3.			
4			
etc.			

4e catégorie :

- nombre de problèmes où des considérations morales sont évoquées;
- nature de ces problèmes et contexte;
- nombre de problèmes où des considérations juridiques sont évoquées (réglementation, etc.); et
- nature de ces problèmes et contexte.

Transcrire ces renseignements dans la grille suivante :

Catégorie 4 : grille

Problème	nature morale/juridique	contexte national/ international	% dans le chapitre
1.			
2.			
3.			
4.			
etc.			

Grille d'analyse n° 4

Nature de la science et histoire des sciences et des techniques

La façon dont les auteurs de manuels présentent la nature de la science et l'histoire de l'activité scientifique et technique, ainsi que la place que ceux-ci attribuent à l'histoire des sciences varient considérablement. Les raisons pour lesquelles les auteurs de manuels introduisent une certaine profondeur historique dans leurs ouvrages sont aussi très diverses. Quoi qu'il en soit, les messages relatifs à l'histoire des sciences et à la nature de l'activité scientifique, lorsqu'ils sont présents, font l'objet de critiques :

> « Une première analyse de l'image du scientifique, du génie et de sa relation à l'évolution de la connaissance scientifique montre que l'on véhicule une image tronquée de la réalité qui favorise le maintien des mythes. Or, toute action pédagogique qui va dans ce sens contribue à l'aliénation des élèves. Ce dernier attribuera aux "cracs" de la science la responsabilités de l'évolution des connaissances et croira que ce domaine est réservé à une élite, enfin il vénérera la personne et la parole des génies de la science. »[1]

« Il existe des différences appréciables entre l'histoire des sciences et le contenu historique fréquemment introduit dans les manuels. Les conséquences d'un contenu historique dénaturé sont particulièrement importantes pour la majorités des élèves : ceux et celles qui ne deviendront pas des scientifiques. »[2]

Thomas Russell, l'auteur de ce dernier extrait, affirmait que « nous avons un besoin important de recherches destinées à déterminer *quelles dispositions prennent les professeurs et les auteurs de manuels* pour que l'élève se construise des représentations de la science et des scientifiques[3]. » Cette partie de l'analyse répond en partie à cette recommandation. Son but, en effet, sera d'examiner le type de dispositions que prennent les auteurs pour informer l'élève à propos de l'histoire des sciences, des scientifiques et de la nature de leurs activités.

En particulier, l'analyse devra répondre aux deux questions suivantes :

- Dans quelle mesure l'histoire des sciences est-elle présentée dans le manuel, et sous quelle forme?
- Quelle conception de la nature de la science les auteurs proposent-ils?

1. Histoire des sciences

Objectifs : transcrire, si elle existe, l'intention des auteurs à propos de l'introduction d'une dimension historique dans leur manuel (voir grille n° 1).

Scientifiques : à l'aide de l'index, transcrire les noms de tous les scientifiques mentionnés et noter les pages du manuel où les auteurs en parlent; puis, répondre aux questions qui suivent.

- Quel est le nombre total de scientifiques cités?
- Sur ce nombre, combien ne sont présents que pour qualifier une loi, ou une théorie? Par exemple : « On peut donc écrire que $p_1V_1 = p_2V_2$. On appelle cette relation la loi de *Boyle*. »
- Sur le nombre total, combien de travaux de scientifiques sont décrits d'une façon congruente avec une conception traditionnelle de la démarche scientifique (observations, hypothèse, expérience, etc.)?
- Sur le nombre de scientifiques déterminé ci-dessus, combien sont associés à un contexte historique et social?
- Sur le nombre total de scientifiques, combien sont associés à une équipe de recherche ou à un réseau d'information entre leurs collègues et eux-mêmes?
- Classer les scientifiques par nationalité et calculer leur pourcentage de présence par pays.
- Quel pourcentage de scientifiques sont des femmes?

Études de cas : une étude de cas en histoire des sciences, selon Klopfer et Watson,

« ... comprend l'étude critique du développement d'un concept scien-

tifique fondamental. Elle s'attache non seulement à fournir les résultats de l'investigation scientifique mais aussi à mettre en relief les scientifiques engagés, l'information qui leur était disponible, leur recherche de fait et d'explications de meilleure qualité, ainsi que le climat intellectuel et social dans lequel ils travaillaient. »[4]

L'analyste devra répondre aux questions suivantes :

- Le manuel comporte-t-il des études de cas en histoire des sciences qui regroupent toutes les caractéristiques relevées par Klopfer et Watson. Voir si elles comprennent une étude *critique* du développement d'un concept scientifique majeur qui fait mention des scientifiques qui y ont participé et des rapports qui existaient entre eux, de l'information dont ils disposaient, de la manière dont ils ont recherché des faits et des explications plus satisfaisants et le contexte intellectuel et social dans lequel ils ont travaillé?
- Si oui, combien?
- Et sur quels sujets? Sélectionnez de une à trois études de cas qui, selon vous, correspondent à des critères élevés de qualité et dont l'ampleur est acceptable.
- La présentation de l'histoire des sciences par le biais des « grands scientifiques » ou des « études de cas » constitue la stratégie la plus utilisée par les auteurs de manuel. Le manuel examiné présente-t-il une autre stratégie qui semble originale? Quelle en est la signification perçue? Illustrez.
- Le manuel reproduit-il des illustrations ou des publications originales associées à l'histoire des sciences? Si oui, combien et sous quelle forme?

2. *Nature de la science*

- Transcrire la définition de la science (ou d'une discipline particulière : physique, biologie, etc.) donnée par les auteurs.
- Transcrire la description de la méthode scientifique (ou démarche scientifique, pensée scientifique, investigation, etc.) donnée par les auteurs.
- Recueillir quelques messages concernant directement la nature de la science, c'est-à-dire les messages à partir desquels l'élève peut raisonnablement déduire que « La science, c'est comme ça... ».
- Estimer le nombre de ces messages (en moyenne) dans le manuel en vous basant sur un échantillon de pages.

Grille d'analyse n° 5

Carrières

Dans quelles mesure les manuels rendent-ils compte des carrières des domaines scientifique et technique et invitent-ils les élèves à se diriger vers ces domaines? Cette partie de l'analyse apportera des réponses à ces deux questions. Rappelons ici le caractère descriptif de l'analyse. La question de savoir s'il est pertinent d'inviter des élèves du niveau pré-universitaire

à considérer des carrières scientifiques, tout autant que celle de savoir si les manuels de sciences sont les outils les plus appropriés pour ce genre d'invitation seront discutées ultérieurement.

L'analyste devra répondre aux questions suivantes :

- Le manuel présente-t-il un contenu relatif aux carrières scientifiques et techniques?
- Si oui, établir la liste des carrières que le manuel décrit.
- Pour chaque carrière, répondre aux questions suivantes : Quel niveau de formation cette carrière requiert-elle?
  Pré-universitaire, 1er cycle, 2e cycle ou 3e cycle?
  Présente-t-elle un caractère multidisciplinaire?
  Les auteurs nomment-ils des employeurs potentiels?
  Les auteurs indiquent-ils les qualités nécessaires pour ce type de carrière?
  Si la carrière en question est illustrée par la photographie d'une ou plusieurs personnes, combien y a-t-il d'hommes? de femmes?
  L'élève est-il invité explicitement à entreprendre cette carrière?

Grille d'analyse n° 6

Habiletés scientifiques au laboratoire

En principe, les séances de laboratoire fournissent à l'élève l'occasion de développer des habiletés scientifiques particulières en lui permettant d'agir directement sur la matière. Le manuel de laboratoire, ou les parties du manuel principal relatives au laboratoire, contient les instructions que les élèves doivent observer pour mener à bien les expériences. Ces instructions se traduisent par des tâches spécifiques, qui seront examinées dans le cadre de cette analyse en utilisant un instrument mis au point par Marlene Fuhrman, Vincent Lunetta, Shimshon Novick et Pinchas Tamir, le *Laboratory Structure and Task Analysis Inventory*. Étant donné que ce document d'analyse et les instructions qui l'accompagnent a déjà été publiés, nous nous contenterons de reproduire ci-dessous les principales catégories qui y sont décrites.

Le but de cette partie de l'analyse est de recenser les types d'activités demandés par les auteurs de manuels aux élèves lors de leurs excursions au laboratoire et d'identifier les types d'habiletés qui découlent de ces activités. Dans une étape ultérieure, nous comparerons les attentes des ministères en ce qui concerne les habiletés scientifiques devant être acquises au laboratoire et ce que proposent les auteurs de manuels pour y arriver.

Structure et analyse des travaux de laboratoire

Catégories structurelles

A. Structure
  a.1 Expérience dirigée (en grande partie)
  a.2 Expérience non dirigée (en grande partie), libre

a.3 Approche inductive
a.4 Approche déductive

B. Relation avec le texte
b.1 Précède le texte
b.2 Suit le texte
b.3 S'effectue avec le texte

C. Mode coopératif
c.1 Les étudiants exécutent la même tâche et mettent en commun les résultats de leurs travaux
c.2 Les étudiants exécutent une tâche différente et mettent en commun les résultats de leurs travaux
c.3 Discussion consécutive à l'expérience faite en laboratoire

D. Simulations en laboratoire
d.1 L'étudiant fait une expérience « sur papier » – données fournies par les auteurs
d.2 L'étudiant simule ou reconstitue des phénomènes
d.3 L'étudiant fait une expérience en recueillant les données d'une source extérieure
d.4 L'étudiant fait une expérience simulée en se servant d'un programme informatique

1.0 Organisation et conception
1.1 Formule une question ou définit un problème à résoudre
1.2 Prédit les résultats de l'expérience
1.3 Formule une hypothèse qui sera vérifiée au cours de l'expérience
1.4 Conçoit l'observation ou le procédé de mesure
1.5 Conçoit l'expérience

2.0 Exécution
2.1a Observe qualitativement
2.1b Observe quantitativement ou mesure
2.2 Utilise des appareils; exploite une technique
2.3 Compile les résultats, décrit l'observation
2.4 Effectue des calculs numériques
2.5 Interprète, explique ou prend une décision au sujet d'une technique expérimentale
2.6 Travaille à partir de sa propre conception

3.0 Analyse et interprétation
3.1a Transpose les résultats selon une formule conventionnelle (autre que des graphiques)
3.1b Met les données en graphique
3.2a Établit des relations qualitatives
3.2b Établit des relations quantitatives
3.3 Détermine l'exactitude des données expérimentales (calcul d'erreurs)

3.4 Définit les variables, les limites et(ou) les hypothèses qui sous-tendent l'expérience ou en discute
3.5 Formule ou propose une généralisation ou un modèle
3.6 Explique une relation
3.7 Formule de nouvelles questions ou définit un problème en se basant sur les résultats de cette expérience

4.0 Application
4.1 Formule des hypothèses à partir des résultats de la recherche
4.2 Formule une hypothèse en se basant sur les résultats de l'expérience
4.3 Applique la technique expérimentale dans le cas d'un nouveau problème ou d'une nouvelle variable

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

N° 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 $) 37 p.

N° 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 $) 13 p.

N° 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 $) 43 p.

N° 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 $) 60 p.

N° 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F,0,75 $) 31 p.

N° 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969F/6F, 0,75 $) 41 p.

N° 7 **Les sciences de la Terre au service du pays – Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 $) 37 p.

N° 8 **Les arbres. . . et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 $) 22 p.

N° 9 **Le Canada . . . leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 $) 43 p.

N° 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 $) 39 p.

N° 11 **Le transport par ADAC : Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1971/11F, 0,75 $) 35 p.

N° 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1971/12F, 1,25 $) 65 p.

N° 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1ère phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1970/13F, 0,75 $) 41 p.

N° 14 **Les villes de l'avenir – Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 $) 75 p.

N° 15 **L'innovation en difficulté : Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 $) 49 p.

N° 16 **« . . . mais tous étaient frappés » – Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne**, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 $) 53 p.

N° 17 **In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 $) 77 p.

N° 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 $) 81 p.

N° 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 $) 65 p.

N° 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 $) 70 p.

N° 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 $) 84 p.

N° 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 $) 144 p.

N° 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 151 p.

N° 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 $; autres pays : 1,20 $) 67 p.

N° 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 $; autres pays : 3,60 $) 93 p.

N° 26 **Perspective boréale – Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 $; autres pays : 3,00 $) 99 p.

N° 27 **Le Canada, société de conservation – Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 116 p.

N° 28 **L'ambiance et ses contaminants – Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada : 2,00 $; autres pays : 2,40 $) 76 p.

N° 29 **Le maillon consolidé – Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada : 2,25 $; autres pays : 2,70 $) 74 p.

N° 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique – Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 211 p.

N° 31 **La recherche universitaire en péril – Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada : 2,95 $; autres pays : 3,55 $) 69 p.

N° 32 **Collaboration à l'autodéveloppement – L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada : 3,95 $; autres pays : 4,75 $) 120 p.

N° 33 **Préparons la société informatisée – Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 87 p.

N° 34 **Les transports et notre avenir énergétique – Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 128 p.

N° 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle – Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS222-1982/35F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 110 p.

N° 36 **À l'école des sciences : La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada : $5,25, autres pays : $6,30).

Exposés du Conseil

Le support de la recherche au Canada – Un investissement qui s'impose, mai 1978
La forêt canadienne en danger, mars 1983

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation : Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, tête-bêche, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication – 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique : information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle – Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile – Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada – Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, tête-bêche, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le Ministre d'État

Recherche et développement au Canada – Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie – Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

Études de documentation

N° 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson, February 1967 (SS21/1, 2,50 $) 258 p.

N° 2 **Physics in Canada : Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose, May 1967 (SS21-1/2, 2.50 $) 385 p.

N° 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 $) 145 p.

N° 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 $) 203 p.

N° 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 $) 190 p.

N° 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 $) 94 p.

N° 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 $) 397 p.

N° 8 **L'information scientifique et technique au Canada, Première partie**, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 $) 74 p.
IIe partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 $) 188 p.
IIe partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 $) 84 p.
IIe partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 $) 129 p.
IIe partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 $) 67 p.
IIe partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 $) 113 p.
IIe partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 $) 57 p.
IIe partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 $) 67 p.

N° 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 $) 106 p.

N° 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 $) 157 p.

N° 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 $) 82 p.

N° 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 $) 156 p.

N° 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 $) 392 p.

N° 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 $) 234 p.

N° 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 $) 205 p.

N° 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 $) 189 p.

N° 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 $) 31 p.

N° 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 $) 87 p.

N° 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 $) 117 p.

N° 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 $) 65 p.

N° 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 $) 73 p.

N° 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 $) 95 p.

N° 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 $) 135 p.

N° 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 $) 30 p.

N° 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 $) 135 p.

N° 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 $) 288 p.

N° 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 $) 126 p.

N° 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 $) 146 p.

N° 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 $) 180 p.

N° 30 **Un mécanisme de prospective technologique : Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 $) 116 p.

N° 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 $) 93 p.

N° 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 $) 169 p.

N° 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 $; autres pays : 2,10 $) 95 p.

N° 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 $; autres pays : 4,50 $) 240 p.

N° 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 418 p.

N° 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 270 p.

N° 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 282 p.

N° 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 140 p.

N° 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 152 p.

N° 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $) 247 p.

N° 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,00 $) 262 p.

N° 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 $; autres pays : 9,60 $) 378 p.

N° 43 **Le maillon le plus faible : L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/43F, Canada : 5,00 $; autres pays: 6,00 $) 251 p.

N° 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/44F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 155 p.

N° 45 **Coopération et développement international - Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 $; autres pays : 7,20 $) 163 p.

N° 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 125 p.

N° 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 $; autres pays : 9,55 $) 261 p.

N° 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 $; autres pays : 8,35 $) 200 p.

N° 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique - L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 125 p.

N° 50 **Le défi de la coopération - La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 8,95 $; autres pays : 10,75 $) 239 p.

N° 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle - Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,60 $) 155 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North : An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire - Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.
Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.
Materials Recycling : History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire - Tendances et orientations
Compte rendu, 19 p.
Exposés à débattre, 215 p.
Documentation, 338 p.
Living with Climatic Change : A Proceedings, 90 p.
Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode : A Preliminary Assessment, 254 p.
Seminar on a National Transportation System for Optimum Service : A Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord - Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.
Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.
Federal Funding of Science in Canada : Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry : A Proceedings, 211 p.
Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, tenu à Toronto, 15 novembre 1977, 40 p.
Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries : A Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.

Canadian Food and Agriculture : Sustainability and Self-Reliance : A Discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base - Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, 163 p.
Opportunities in Canadian Transportation
Conference Proceedings, 162 p.
Auto Sub-Conference Proceedings, 136 p.
Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 122 p.
Air Sub-Conference Proceedings, 131 p.
The Politics of an Industrial Strategy : A Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor : The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.
L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process . A Proceedings, 107 p.
Opportunities in Canadian Transportation Conference Proceedings; 5, 270 p.
Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.
Social Issues in Human Genetics - Genetic Screening and Counselling : A Proceedings, 110 p.
The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working : A Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.
The Limits of Consultation : A debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada - Promises and Concerns : A Proceedings, 62 p.
L'articulation du complexe de la recherche
1er volume : Abrégés des communications, 130 p.
2e volume : Texte intégral des communications, 324 p.
The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry : A Proceedings, 152 p.
L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique, 105 p.
L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.
La Macroscole - ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec : Quelle éducation? - Compte rendu, 134 p.
Qui fait tourner la roue? - Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, Exposé à débattre, par Karen Fish, 50 p.
La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, Exposé à débattre, par Douglas A. Roberts, 43 p.
Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.
La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique - Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.

Volume

2

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume II
Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada

avril 1984

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
17e étage
Ottawa, Ont.
K1P 5M1

© Ministre des Approvisionnements et Services, 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés
et autres librairies,
ou par commande postale au :

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Qué., Canada K1A 0S9

This volume is also available in English at the above address.

N° de catalogue SS21-1/52-2-1984F
ISBN 0-660-91148-5

Prix — Canada : 5,50 $
Autres pays : 6,60 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume II
Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada

Graham W.F. Orpwood
Isme Alam
avec la collaboration de
Jean-Pascal Souque

Graham W.F. Orpwood

Graham Orpwood a étudié la chimie à l'Université d'Oxford, qui lui a décerné un baccalauréat et une maîtrise en cette matière. En 1966, après une année à l'Université de Londres, il a entrepris une carrière dans l'enseignement, d'abord dans une école secondaire britannique, puis au St. Lawrence College of Applied Arts and Technology de Kingston, en Ontario. Il est retourné aux études supérieures en 1975, cette fois à l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario (IEPO). Il a reçu une maîtrise et un doctorat de l'Université de Toronto, et a travaillé pendant deux autres années à l'IEPO en qualité de chargé de recherche.

En 1980, Graham a été nommé conseiller scientifique au Conseil des sciences, où il a agi comme chargé de programme pour l'étude sur l'enseignement des sciences. Il a collaboré à la rédaction d'un ouvrage intitulé *Seeing Curriculum in a New Light*, ainsi qu'à celle de plusieurs articles sur l'enseignement des sciences et sur les principes d'élaboration des programmes d'études. Il s'intéresse actuellement à la méthodologie de la recherche en matière de politiques, aux relations fédérales-provinciales dans le domaine de l'éducation et à l'attitude du public à l'égard de la science.

Isme Alam

Isme Alam a obtenu son baccalauréat spécialisé en biologie à l'Université Carleton en 1978; l'année suivante, elle s'est jointe au Conseil des sciences du Canada, où elle a d'abord fait des travaux concernant l'innovation dans l'industrie canadienne, puis collaboré à l'étude sur l'enseignement des sciences. Dans les deux cas, elle s'est surtout occupée de la préparation d'enquêtes visant à permettre le recueil de données utiles pour l'élaboration des politiques. Son intérêt pour la recherche en matière de politique scientifique et l'analyse statistique l'a conduite à la Division de la statistique des sciences et de la technologie, à Statistique Canada, où elle travaille à la mise au point de techniques pour mesurer l'ampleur de l'activité scientifique et technologique au Canada.

Table des matières

Avant-propos	15
Remerciements	17
I. Objectifs et méthodologie de l'enquête	19
Objectifs de l'enquête	19
Élaboration du questionnaire	20
Révision du questionnaire et essai préliminaire	20
Plan d'échantillonnage et sélection	21
Population-cible	21
Recensement	23
Procédure d'échantillonnage	23
Collecte des données	25
Analyse et traitement des données	26
Correction et codage	26
Pondération	27
Erreur d'échantillonnage et fiabilité des données	27
Vue d'ensemble du rapport	28

II. Les enseignants en sciences 30

Information démographique 31

Formation et expérience 34

Attitudes à l'égard de l'enseignement et de la formation des maîtres 36

III. Les objectifs de l'enseignement des sciences 45

Importance des objectifs : analyse par niveau d'enseignement 46

Primaire 46

1er cycle du secondaire 48

2e cycle du secondaire 51

Importance des objectifs : analyse par objectif 52

Le contenu scientifique 53

Démarche scientifique et habiletés reliées 54

La science et la société 54

Nature de la science 54

Croissance personnelle 55

Attitudes reliées à la science 55

Sciences appliquées/technologie 55

Orientation professionnelle 56

Efficacité de l'enseignement : analyse par niveau d'enseignement 57

Niveau primaire 57

1er cycle du secondaire 57

2e cycle du secondaire 57

IV. Les contextes d'exercice de l'enseignement des sciences 60

Moyens didactiques 62

Formation et expérience de l'enseignant : perfectionnement 63

Aptitudes et motivation des élèves 68

V. Les dimensions physique, administrative et sociale de l'enseignement des sciences 74

Installations matérielles 74

Dispositions administratives 75

Soutien accordé à l'enseignement des sciences 80

VI. Conclusion : questions soulevées par les données 82

Les enseignants en sciences 82

Tendances de l'âge des enseignants en sciences 82

Formation initiale des enseignants 83

Expérience dans un autre domaine que l'enseignement 83

Les objectifs de l'enseignement des sciences 83

Le nombre, la variété et l'importance relative des objectifs 83

Modifications des objectifs de l'enseignement des sciences 84

Évaluation de l'efficacité de l'enseignement des sciences 84

Le contexte de l'enseignement des sciences 85

Facteurs touchant l'efficacité de l'enseignement des sciences 85

Moyens didactiques 85

Méthodes d'élaboration des programmes d'études scientifiques 85

Perfectionnement 86

Motivation et aptitudes des élèves 86

L'enseignement des sciences pour les garçons et pour les filles 86

Les dimensions physique, administrative et sociale de l'enseignement des sciences 86

Installations et matériel 86

Dispositions administratives 86

La direction dans l'enseignement des sciences 87

Opinions sur l'importance de la science 87

Engagement de l'industrie dans l'enseignement des sciences 87

Annexe A : Questionnaire et feuille-réponse 89

Annexe B : Échantillonnage, estimation et erreur d'échantillonnage 111

Notes 118

Bibliographie 119

Publications du Conseil des sciences du Canada 120

Liste des figures

Figure II.1 - Âge des enseignants 31

Figure II.2 - Années d'expérience dans l'enseignement 33

Figure II.3 - Niveau de formation des enseignants selon le sexe 35

Figure II.4 - Genres d'emplois de nature scientifique déjà occupés par les enseignants 41

Figure II.5 - Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout? » 43

Figure III.1 - Importance des objectifs selon les enseignants 48

Figure V.1 - Installations pour l'enseignement des sciences 75

Figure V.2 - Le rôle de l'industrie dans l'enseignement des sciences 81

Liste des tableaux

Tableau I.1 - Distribution des classes par province 22

Tableau I.2 - Nombre d'écoles et d'enseignants en sciences selon la province 23

Tableau I.3 - Échantillon des écoles et des enseignants en sciences selon la province 24

Tableau I.4 - Participation des écoles et des enseignants en sciences selon la province 26

Tableau I.5 - Comparaison de l'échelle des erreurs standard selon le niveau d'enseignement 28

Tableau I.6 - Comparaison de la grandeur de la population et du nombre de répondants selon le niveau d'enseignement 29

Tableau II.1 - Sexe des enseignants 30

Tableau II.2 - Âge des enseignants 31

Tableau II.3 - Âge des enseignants selon le sexe 32

Tableau II.4 - Années d'expérience dans l'enseignement 32

Tableau II.5 - Années d'expérience dans l'enseignement selon le sexe 33

Tableau II.6 - Années d'expérience dans l'enseignement selon le milieu scolaire 34

Tableau II.7 - Niveau de formation des enseignants 35

Tableau II.8 - Niveau de formation des enseignants selon le sexe 35

Tableau II.9 - Niveau de formation des enseignants selon leur expérience dans l'enseignement 36

Tableau II.10 - Niveau de formation des enseignants en certaines matières 37

Tableau II.11 - Niveau de formation en certaines matières selon le sexe 38

Tableau II.12 – Temps écoulé depuis le dernier cours post secondaire suivi en certaines matières 39

Tableau II.13 – Genres d'emploi de nature scientifique déjà occupés par les enseignants 40

Tableau II.14 – Comment les enseignants évaluent leur formation 42

Tableau II.15 – Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout? » 42

Tableau II.16 – Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout? », selon le sexe 43

Tableau II.17 – Raisons pour ne pas vouloir enseigner les sciences 44

Tableau III.1 – Importance des objectifs : primaire 47

Tableau III.2 – Importance des objectifs : 1er cycle du secondaire 49

Tableau III.3 – Importance des objectifs : 2e cycle du secondaire 52

Tableau III.4 – Catégories d'objectifs 53

Tableau III.5 – Efficacité de l'enseignement : primaire 56

Tableau III.6 – Efficacité de l'enseignement : 1er cycle du secondaire 58

Tableau III.7 – Efficacité de l'enseignement : 2e cycle du secondaire 59

Tableau IV.1 – Obstacles à la réalisation des objectifs 61

Tableau IV.2 – Moyens servant à la préparation des cours 62

Tableau IV.3 – Utilisation des manuels par les élèves 63

Tableau IV.4 – Évaluation des manuels par les enseignants 64

Tableau IV.5 – Responsabilité de l'élaboration du programme d'études scientifiques 65

Tableau IV.6 – Participation des enseignants à l'élaboration des programmes de sciences 66

Tableau IV.7 – Efficacité du perfectionnement 67

Tableau IV.8 – Participation des enseignants au perfectionnement 67

Tableau IV.9 – Temps à consacrer au perfectionnement des enseignants 68

Tableau IV.10 – Pertinence des activités reliées au perfectionnement 69

Tableau IV.11 – Attitudes de la majorité des élèves vis-à-vis de l'enseignement des sciences, telles que perçues par les enseignants 70

Tableau IV.12 – Formation antérieure et aptitudes des élèves (concernant les cours de sciences) telles que perçues par les enseignants 70

Tableau IV.13 – Différences d'attitudes et d'aptitudes des garçons et des filles (concernant les cours de sciences), telles que perçues par les enseignants 71

Tableau IV.14 – Différences dans la perception des attitudes et des aptitudes des garçons et des filles selon le sexe du répondant 72

Tableau IV.15 – Estimation, par les enseignants, du pourcentage des élèves des trois niveaux participant aux diverses activités parascolaires reliées aux sciences 73

Tableau V.1 – Installations pour l'enseignement des sciences 75

Tableau V.2 – Matériel et fournitures pour l'enseignement des sciences 76

Tableau V.3 – Qualité des installations et du matériel 76

Tableau V.4 – Matières enseignées : 1) Tous les enseignants 76

Tableau V.5 – Matières enseignées : 2) Enseignants du 2e cycle, selon le sexe 77

Tableau V.6 – Tâche des enseignants selon le nombre d'années et de groupes d'élèves différents 77

Tableau V.7 – Nombre moyen d'élèves par classe 78

Tableau V.8 – Adéquation du temps réservé à l'enseignement des sciences, telle que perçue par les enseignants des trois niveaux 78

Tableau V.9 - Type de leadership et de coordination existant aux niveaux de l'école et des commissions scolaires, tel que perçu par les enseignants 78

Tableau V.10 - Opinion sur l'importance des sciences 79

Tableau V.11 - Expérience de la contribution de l'industrie à l'enseignement des sciences 80

Tableau V.12 - Avantages de la participation de l'industrie à l'enseignement des sciences 80

Tableau V.13 - Rôle de l'industrie dans l'enseignement des sciences 81

Avant-propos

L'excellence en science et en technologie est essentielle à la participation active du Canada à la révolution engendrée par l'explosion de l'information. Les jeunes Canadiens doivent donc recevoir un enseignement des sciences qui soit de la meilleure qualité possible. Voilà l'une des principales conclusions du rapport intitulé « À l'école des sciences – La jeunesse canadienne face à son avenir », qui a été publié récemment par le Conseil des sciences.

Ce rapport est le fruit d'une vaste étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes entreprise par le Conseil en 1980. Le programme de recherche, élaboré par le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil, de concert avec chaque ministère de l'Education et association de professeurs de sciences du Canada, a été mené par une quinzaine de chercheurs à l'oeuvre dans chaque province et territoire. Des rapports provisoires de recherche, des exposés à débattre et des comptes rendus d'ateliers ont constitué la base d'une série de conférences tenues dans différentes régions du pays, au cours desquelles parents et élèves, enseignants et administrateurs, scientifiques et ingénieurs, représentants du monde des affaires et des syndicats ont envisagé les orientations à donner à l'enseignement des sciences. Les résultats des conférences ont ensuite servi à élaborer les conclusions et recommandations du rapport final.

C'est pour susciter un débat soutenu menant à une réforme réelle de l'enseignement des sciences au Canada et pour fournir une base de données utile à cette fin que le Conseil des sciences publie maintenant les résultats des recherches accomplies, sous la forme d'une étude de documentation intitulée « L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. » Cette étude, qui porte le n° 52, ne renferme pas de recommandations comme telles mais vise à provoquer un approfondissement de la réflexion.

La présente étude de documentation comporte trois volumes rédigés sous la direction de MM. Graham Orpwood et Jean-Pascal Souque, chargés du programme de l'enseignement des sciences. Le premier volume, intitulé « Introduction et analyse des programmes d'étude », décrit la philosophie et la méthodologie de l'étude. Il comprend aussi une analyse des manuels de sciences utilisés dans les écoles canadiennes. Le deuxième volume, qui porte le titre « Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada », fait état des résultats d'une enquête nationale effectuée auprès des professeurs de sciences. Le troisième volume,

intitulé « Études de cas », a été préparé par MM. John Olson et Thomas Russell, professeurs à l'Université Queen's de Kingston (Ont.), en collaboration avec les chargés du programme et une équipe de chercheurs appartenant à différentes régions du pays. Ce volume renferme huit études de cas montrant comment se déroule l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Les noms des enseignants qui ont accepté d'être observés dans l'exercice de leurs fonctions, et ceux de leurs écoles, ont été changés pour préserver leur anonymat.

Comme pour toutes les études de documentation publiées par le Conseil des sciences, la présente étude renferme les vues des auteurs, qui ne sont pas nécessairement celles du Conseil.

Le Directeur de la recherche au
Conseil des sciences du Canada,
James M. Gilmour

Remerciements

Le présent projet n'aurait pu voir le jour sans l'aide et la collaboration de nombreuses personnes. Vicki Rutledge, Allen Gower et Ruth Dibbs, du Secrétariat des activités statistiques de Statistique Canada, nous ont aidés et encouragés à chacune des étapes de la planification et de l'analyse. Jim Seidle et Michèle Vigder, de la division de l'Éducation, des Sciences et de la Culture de Statistique Canada, nous ont fourni des informations clefs, souvent dans un court délai. Le questionnaire a été préparé à l'aide des conseils de M. Robert Kenzie (département de la Mesure, de l'Évaluation et des Applications informatiques de l'Institut d'études pédagogiques de l'Ontario) et des enseignants des conseils scolaires d'Ottawa et de Carleton, de même que de ceux de la ville de Québec. L'enquête dépendait dans une large mesure de la collaboration de nombreuses personnes oeuvrant au sein des ministères de l'Éducation, des commissions scolaires et des écoles, ainsi que de l'intérêt et de l'enthousiasme des enseignants qui y ont répondu. Nous sommes reconnaissants envers tous ces collaborateurs, mais plus particulièrement envers M. David Bateson, de la direction de l'Évaluation de l'apprentissage du ministère de l'Éducation de la Colombie-Britannique. En dernier lieu, nos collègues du Conseil des sciences nous ont fourni un appui et une aide indéfectibles, notamment Herman Yeh et Suzanne Grondin (informatique), Jerry Zenchuk (révision), Leo Fahey (graphisme), Nancy Weese et Lise Parks (secrétariat).

I. Objectifs et méthodologie de l'enquête

Objectifs de l'enquête

Une étude sur l'enseignement des sciences ne serait pas très complète si l'on ne tenait compte du point de vue de ceux qui sont intimement liés aux activités quotidiennes d'un tel enseignement, soit les instituteurs du primaire et les professeurs de sciences du secondaire*. Comme l'indiquent d'autres parties du présent document, l'opinion des enseignants n'est évidemment pas le seul élément en jeu, mais il est fort important de prendre ce point de vue en considération si l'on veut atteindre deux des objectifs d'ensemble de l'enquête. Pour rassembler les informations sur les objectifs actuels de l'enseignement des sciences et favoriser la réflexion en ce qui a trait à son avenir, il a fallu non seulement consulter les enseignants et recueillir leurs opinions, mais leur permettre de participer activement à la discussion des questions qui se sont posées au cours de l'étude.

Pour engager le processus de consultation, on a eu recours à plusieurs méthodes. Mais le sondage effectué auprès des enseignants, qui constitue un des volets du programme de recherche et dont on donne une description détaillée dans le présent volume, s'est avéré la méthode la plus systématique et la plus complète. Les informations recueillies suite à cette enquête peuvent être jointes aux données provenant d'autres volets du programme de recherche (analyse des directives des ministères, analyse des manuels et études de cas de l'enseignement des sciences) en vue de former un tableau composite de l'enseignement des sciences dispensé actuellement au Canada et d'alimenter la réflexion sur l'avenir de celui-ci.

L'enquête a été conçue en fonction des objectifs suivants :

- connaître le point de vue des enseignants au sujet de l'importance

* Afin d'alléger la lecture du document, le terme *enseignant* sera utilisé pour désigner à *la fois* les instituteurs du niveau primaire *et* les professeurs de sciences du secondaire. Si le contexte prête à confusion, nous utiliserons *enseignant en sciences*.

relative des divers objectifs de l'enseignement des sciences;
- connaître l'opinion des enseignants sur l'efficacité de leur enseignement des sciences, c'est-à-dire sur la mesure dans laquelle il permet aux élèves d'atteindre les divers buts de cet enseignement;
- identifier les obstacles à la réalisation des divers objectifs de l'enseignement des sciences.

La préparation de l'enquête comprenait la mise au point d'un questionnaire, la conception d'une technique d'échantillonnage appropriée, la planification d'une méthode de collecte des données et l'élaboration d'une stratégie de traitement d'analyse des données.

Élaboration du questionnaire

L'élaboration du questionnaire a commencé au début de décembre 1980 avec la mise au point d'une banque de questions fondée sur les enquêtes menées récemment au Canada et aux États-Unis à propos de l'enseignement des sciences. On a sélectionné certaines questions, on en a modifié d'autres et il a fallu en élaborer plusieurs pour répondre aux besoins documentaires qu'appelaient nos objectifs et certaines questions soulevées par d'autres parties de l'étude. Toutes les questions éventuelles ont ensuite été classées par thèmes susceptibles d'intéresser les auteurs de l'étude :

- information générale (âge, sexe, etc.)
- objectifs de l'enseignement des sciences
- formation et expérience acquises par les enseignants (en poste et avant leur entrée en fonction)
- moyens didactiques (directives officielles, manuels, etc.)
- installations et matériel
- organisation des établissements (grille-horaire, charge d'enseignement, etc.)
- aptitudes et motivation des élèves
- soutien offert par la collectivité et les responsables

Les auteurs ont choisi des questions particulières pour chaque thème et les ont organisées selon une séquence susceptible de sembler logique au répondant éventuel. En mai 1981, on a rédigé à l'aide de cette méthode une version préliminaire du questionnaire.

Révision du questionnaire et essai préliminaire

Une réunion avec plusieurs experts-conseils a eu lieu en vue d'évaluer le questionnaire sur le plan du contenu et de la précision technique. Suite à cette rencontre, on a procédé à la révision du questionnaire, étant donné que les objectifs et les questions devenaient plus clairs et plus précis. Les révisions comprenaient des modifications au chapitre de la rédaction, de l'ordre et de la présentation des questions. On a rejeté les questions qui semblaient désuètes et on a ajouté au besoin d'autres questions. Au début de juin 1981, on a distribué la version remaniée à un plus grand nombre de réviseurs, y compris les responsables de l'enseignement des sciences

auprès des ministères de l'Éducation et les membres du Comité de l'enseignement des sciences.

Au cours des mois de juin et de juillet, les versions anglaise et française du questionnaire étaient mises à l'essai sur place. Pour la version anglaise, 22 enseignants d'écoles élémentaires et secondaires des conseils scolaires d'Ottawa et de Carleton ont participé à l'expérience. Six enseignants d'écoles élémentaires et secondaires de la région de Québec ont répondu au questionnaire français. Les enseignants devaient remplir le questionnaire de même qu'une formule d'évaluation sur laquelle ils indiquaient le temps consacré à remplir le questionnaire, les divers problèmes rencontrés et des commentaires sur le questionnaire en général ainsi que sur certains points particuliers. La mise à l'essai sur place du questionnaire français a été suivie d'une discussion générale.

Suite à l'analyse de ces essais préliminaires et aux commentaires de divers réviseurs, le questionnaire fut une fois de plus soumis à une série de révisions. À la mi-août, on terminait la rédaction définitive du questionnaire (voir l'annexe A). La page intérieure de couverture comprenait une lettre d'introduction exposant les raisons de l'enquête et chacune des sections était expliquée plus à fond dans un préambule. Il s'agissait d'un questionnaire à remplir soi-même en encerclant la bonne réponse sur un formulaire destiné à cette fin (qu'on trouvera également à l'annexe A). Le questionnaire a permis de rassembler 162 éléments d'information différents.

Les questionnaires et les documents connexes furent ensuite imprimés, puis on en fit des jeux qui furent expédiés en octobre 1981.

Plan d'échantillonnage et sélection

Le plan d'échantillonnage et les méthodes de sélection ont été élaborés en collaboration avec des experts en sondage de Statistique Canada. Les trois aspects importants du plan d'échantillonnage étaient les suivants :

1. population-cible (échantillon de population);
2. recensement (liste de tous les membres de la population);
3. procédure d'échantillonnage (unité d'échantillonnage, grandeur de l'echantillon et méthodes d'échantillonnage).

Population-cible

L'enquête visait les « enseignants des écoles canadiennes », dont tout ou partie de la tâche comprenait l'enseignement des sciences. Les définitions ci-dessous, fondées sur les objectifs de l'étude globale, identifient plus précisément ce groupe de personnes.

1. Dans le cadre de l'enquête, le mot « science » comprend les domaines du programme d'études que les ministères de l'Éducation définissent comme appartenant aux sciences. Cette définition *comprend* généralement la physique, la chimie, la biologie et les sciences de la terre, mais *exclut* les mathématiques, l'infor-

matique, les sciences sociales, l'économie et les matières relatives aux métiers et à la formation technique. Même si cette définition peut sembler bien vague, elle l'est moins dans les faits, car les professionnels de l'enseignement – qu'ils relèvent de n'importe quelle compétence – savent très bien ce qu'on entend par « science. »

2. Dans ce contexte, le mot « enseignants » signifie tous ceux qui enseignent les sciences, soit à temps plein, soit à temps partiel, au cours de l'année scolaire 1981-1982. Par conséquent, l'enquête comprend les enseignants qui enseignent les sciences dans le cadre d'un programme axé sur des centres d'intérêt, ceux qui enseignent les sciences et d'autres matières, et les spécialistes.
3. Par « écoles canadiennes », on entend les écoles publiques élémentaires et secondaires qui relèvent de la compétence d'un gouvernement provincial ou territorial. Les écoles privées et les écoles administrées par le gouvernement fédéral (comme les écoles indiennes) ne sont pas couvertes par la présente enquête.
4. Pour les besoins de cette enquête, les enseignants ont été divisés en trois groupes selon les niveaux auxquels ils enseignent. Ces niveaux, qu'on a appelés « primaire », « 1er cycle du secondaire » et « 2e cycle du secondaire », correspondent aux divisions du programme d'études scientifiques de chaque province et territoire; le tableau I.1 montre la distribution complète des classes selon les niveaux.

Tableau I.1 – Distribution des classes par province

Province/Territoire	Primaire	1er cycle du secondaire	2e cycle du secondaire
Terre-Neuve	M-6	7-9	10-11[a]
Île-du-Prince-Édouard	1-6	7-9	10-12
Nouvelle-Écosse	M-6	7-9	10-12
Nouveau-Brunswick	1-6	7-9	10-12
Québec	M-6	7-9	10-11
Ontario	M-6	7-10	11-13
Manitoba	M-6	7-9	10-12
Saskatchewan	M-6	7-9	10-12
Alberta	M-6	7-9	10-12
Colombie-Britannique	M-7	8-10	11-12
Territoires du Nord-Ouest	M-6	7-9	10-12
Yukon	M-7	8-10	11-12

[a] Lors de la collecte des données, Terre-Neuve n'avait pas encore offert le programme de 12e année.

Recensement

Une fois la population définie, nous nous sommes ensuite préoccupés du recensement. Comme il est impossible de se procurer une liste complète des enseignants en sciences, nous avons donc choisi les écoles pour lesquelles nous possédions des listes complètes. La division de l'Éducation de Statistique Canada et le ministère de l'Éducation du Québec nous ont fourni les listes des écoles. Ces dernières étaient complètes et ne comprenaient que très peu d'écoles n'appartenant pas à l'échantillon (par exemple des écoles privées).

Le tableau I.2 indique le nombre d'écoles et d'enseignants en sciences de chaque province. Les données sur les écoles proviennent directement des listes d'échantillonnage, tandis que les données sur les enseignants en sciences sont tirées des réponses. (Voir l'annexe B).

Tableau I.2 - Nombre d'écoles et d'enseignants en sciences selon la province

Province	Nombre d'écoles	Nombre d'enseignants en sciences
Terre-Neuve	671	5 432
Île-du-Prince-Édouard	67	465
Nouvelle-Écosse	509	4 167
Nouveau-Brunswick	465	2 766
Québec	2 340	17 840
Ontario	4 530	34 074
Manitoba	715	4 369
Saskatchewan	951	4 682
Alberta	1 391	8 527
Colombie-Britannique	1 821	15 504
Territoires du Nord-Ouest	70	434
Yukon	24	144
Canada	13 644	98 404

Procédure d'échantillonnage

On a utilisé la méthode suivante en vue d'obtenir un échantillonnage aussi représentatif que possible :

1. Le pays a été découpé en régions[1] et en provinces (ou territoires).
2. Dans chaque région, on a calculé séparément la taille de l'échantillon des enseignants en sciences selon chaque niveau d'enseignement (primaire, 1er et 2e cycles du secondaire) en fonction de la population estimée pour chaque niveau[2], du degré voulu de fiabilité des données régionales[3], du taux de réponse prévu[4], des effets du plan d'échantillonnage[5], et des coûts[6]. (Voir l'annexe B).

3. Les échantillons régionaux ont été répartis proportionnellement entre chaque province ou territoire de la région, tout en ajustant les tailles des échantillons provinciaux en vue d'assurer la fiabilité des données provinciales[7].
4. La liste des écoles a été répartie comme suit : (i) par province et territoire; (ii) par niveau scolaire (élémentaire/secondaire)[8]; (iii) par type de milieu scolaire (urbain/rural)[9]. À l'aide de ces données, on a évalué le nombre d'enseignants en sciences pour chaque école dans une province donnée[10].
5. La sélection systématique des écoles inscrites sur la liste s'est poursuivie jusqu'à ce qu'on obtienne le nombre requis d'enseignants en sciences pour chaque échantillon (selon les calculs des étapes 2 et 3).
6. Tous ceux qui enseignaient les sciences dans les écoles choisies étaient des répondants éventuels.

La méthode d'échantillonnage décrite ci-dessus a été employée dans toutes les provinces, sauf en Colombie-Britannique, où la direction de l'Évaluation de l'enseignement du ministère de l'Éducation a effectué l'échantillonnage (selon nos exigences concernant la taille des échantillons par niveau d'enseignement, et en assurant une représentation régionale adéquate dans la province). Au Yukon, dans les Territoires du Nord-Ouest et dans les écoles secondaires de l'Île-du-Prince-Édouard, on a effectué un *recensement* des écoles, étant donné que le nombre des professeurs de sciences de ces régions ne pouvait permettre l'échantillonnage. Le tableau I.3 donne la taille des échantillons qui en découlent.

Tableau I.3 - Échantillon des écoles et des enseignants en sciences selon la province

Province	Nombre d'écoles	Nombre d'enseignants en sciences
Terre-Neuve	135	725
Île-du-Prince-Édouard	31	186
Nouvelle-Écosse	79	504
Nouveau-Brunswick	69	418
Québec	128	774
Ontario	140	887
Manitoba	70	416
Saskatchewan	118	522
Alberta	153	799
Colombie-Britannique	210	1 056
Territoires du Nord-Ouest	70	434
Yukon	24	144
Canada	1 227	6 865

Collecte des données

En octobre 1981, on envoyait aux directeurs des écoles choisies les questionnaires et la documentation connexe. Chaque envoi comprenait une lettre d'un fonctionnaire du ministère provincial de l'Éducation, une lettre du Conseil des sciences du Canada, une formule de contrôle, un feuillet d'instructions, une carte-réponse affranchie et une enveloppe, et plusieurs questionnaires sous enveloppe non cachetée à l'intention des enseignants. La lettre du ministère de l'Éducation, également insérée dans l'enveloppe des enseignants, soulignait que le ministère accordait son appui à l'étude du Conseil des sciences et encourageait les directeurs et les enseignants à y participer. La lettre destinée au directeur de l'école décrivait l'enquête et le rôle que celui-ci devait y jouer, et mentionnait clairement que les noms des écoles et des enseignants ne seraient pas dévoilés. Le feuillet d'instructions donnait tous les détails sur le rôle du directeur d'école. Les directeurs étaient tenus de retourner la carte réponse pour accuser réception de l'envoi, de nous dire s'ils avaient besoin de questionnaires supplémentaires, de remettre les questionnaires sous enveloppe non cachetée aux enseignants, de recueillir les feuilles de réponses des enseignants sous enveloppe cachetée, d'inscrire sur la formule de contrôle le nombre de questionnaires distribués et retournés, de mettre la formule de contrôle et les enveloppes cachetées des enseignants dans la grande enveloppe affranchie et de la retourner. Ils devaient nous retourner les feuilles de réponses au plus tard le 31 octobre.

Les premières réponses des écoles sont arrivées une semaine après l'envoi des questionnaires. Dès qu'un colis arrivait, la date de réception du colis, le code de l'école et les renseignements consignés sur la formule de contrôle étaient introduits dans un fichier informatique et transcrits sur la liste des écoles choisies. À la fin d'octobre, le taux de réponse des écoles était d'environ 33 %, et il avait presque doublé à la mi-novembre. Le 26 novembre, on faisait parvenir à toutes les écoles sélectionnées une carte de remerciement et de rappel en vue d'augmenter le taux de réponse. Comme cette dernière démarche connaissait peu de succès, on décidait en janvier d'assurer un suivi par téléphone. Environ 350 écoles des différentes régions du pays ont reçu un appel téléphonique, ce qui a augmenté le taux de réponse de 5 % à 10 % selon les régions.

Le tableau I.4 indique le nombre final des écoles et des enseignants de chaque province qui ont participé à l'enquête. Ces chiffres représentent un taux de réponse global de 72 % (écoles) et de 61 % (enseignants) pour ce qui est de l'échantillon national. Le taux de réponse des enseignants a été calculé en multipliant le taux moyen de réponse des professeurs enseignant dans les écoles qui ont participé à l'enquête (environ 85 % selon les informations consignées sur les formules de contrôle) par le taux de réponse global de l'école (72 %).

On a examiné les taux de réponse de divers sous-groupes de la population en vue de déterminer s'il y avait véritablement variation chez ces sous-groupes. Par exemple, on a analysé les taux de réponse pour chaque

province selon le niveau scolaire (élémentaire/secondaire) et le type de milieu scolaire (urbain/rural). Si on avait trouvé différents taux de réponse selon les divers sous-groupes, cela aurait indiqué que certains segments de la population étaient soit surreprésentés, soit sous-représentés dans l'échantillonnage. On a cependant observé qu'il y avait peu de différences dans les taux de réponse dans l'un ou l'autre cas, ce qui montre que l'échantillonnage est assez représentatif à cet égard.

Tableau I.4 - Participation des écoles et des enseignants en sciences selon la province

Province	Nombre d'écoles	Nombre d'enseignants en sciences
Terre-Neuve	84	401
Île-du-Prince-Édouard	22	117
Nouvelle-Écosse	63	364
Nouveau-Brunswick	54	310
Québec	69	320
Ontario	105	567
Manitoba	54	263
Saskatchewan	87	356
Alberta	105	455
Colombie-Britannique	182	798
Territoires du Nord-Ouest	44	206
Yukon	10	49
Canada	879 (72 %)	4 206 (61 %)

Analyse et traitement des données

Lors de la réception des réponses, on donnait un code d'identification de deux chiffres à chacune d'elles, en plus du code à quatre chiffres de l'école, déjà inscrit sur le colis de l'école. On procédait ainsi afin que chaque répondant n'ait qu'un seul code identificateur pour les perforeuses et par la suite pour le fichier informatique.

Correction et codage

Les feuilles de réponses, qui comprenaient surtout des réponses codées par le répondant, ont été examinées en vue de résoudre divers types de problèmes, puis corrigées à la main. Par exemple, il a été nécessaire de considérer le cas des réponses multiples aux questions qui n'en demandaient qu'une seule. En pareils cas, il a fallu décider si les autres questions fournissaient vraiment les informations suffisantes pour donner une réponse précise ou s'il fallait considérer la réponse multiple comme une donnée manquante. En règle générale, les questions auxquelles on a donné plusieurs réponses ont été considérées comme des informations manquantes.

Une des questions ayant trait au manuel à l'usage des étudiants a été codée à l'aide d'une liste précodée de manuels élaborée d'après une liste de manuels approuvés, autorisés ou prescrits par les ministères de l'Éducation.

Une fois codées et corrigées, les réponses ont été placées sur bande magnétique. Les erreurs de perforation ont été décelées par l'utilisation d'un procédé appelé « de vérification ». Cette opération visait à réduire les erreurs à moins de 5 %. Pour corriger les erreurs provenant de la perforation et de problèmes présentés par les réponses, on a eu recours à l'ordinateur afin d'éliminer complètement les données incorrectes.

On a analysé, à l'aide d'un ordinateur, les données en vue de déterminer les codes injustifiés qui auraient pu être dus à des erreurs de perforation. On a ensuite identifié les conséquences et les improbabilités. Exemple : un enseignant dit qu'il n'enseigne pas les sciences et, dans une réponse ultérieure, déclare qu'il enseigne la biologie. Pour résoudre ces problèmes, il a fallu analyser les feuilles de réponses. Dans la mesure où il minimisait les erreurs autres que des erreurs d'échantillonnage, ce processus était indispensable pour obtenir des données de grande qualité.

Pondération

La probabilité du choix de tel ou tel enseignant n'était pas uniforme dans tout le pays. Pour assurer un échantillonnage de grande qualité, on a sélectionné une plus grande *proportion* d'enseignants dans les petites provinces que dans les grandes; on a également choisi une plus grande proportion d'enseignants au secondaire qu'à l'élémentaire. Pour contrebalancer ce déséquilibre et compenser pour les questions sans réponse, on a pondéré les réponses de chacun des enseignants afin de s'assurer que les estimations nationales reflétaient l'équilibre véritable des opinions de la population. L'annexe B décrit la méthode de calcul des coefficients de pondération.

Erreur d'échantillonnage et fiabilité des données

L'erreur d'échantillonnage est l'erreur qui découle de l'étude d'une partie de la population plutôt que de l'ensemble de celle-ci. C'est la différence entre les estimations de population obtenues avec des échantillonnages répétés et la véritable valeur de la population; elle dépend de la taille de la population et de l'échantillon, de la variabilité du caractère distinctif de la population, du plan d'échantillonnage et de la méthode d'estimation. En règle générale, plus la taille de l'échantillon augmente, plus l'erreur d'échantillonnage diminue. On appelle généralement l'erreur d'échantillonnage l'erreur standard d'une estimation. L'annexe B décrit la méthode d'estimation de l'erreur standard.

La méthode d'échantillonnage, dont on a donné les grandes lignes à la section précédente, visait à minimiser les erreurs d'échantillonnage par le choix du plan le plus efficace et le plus réalisable, compte tenu du nombre d'erreurs d'échantillonnage prévues dans les données. Ces erreurs ont été

calculées, dans le cas de certaines estimations, sur la base de données réelles.

Le tableau I.5 illustre, de façon générale, l'échelle des erreurs standard à l'échelon national selon les niveaux d'enseignement. En règle générale, les erreurs semblent minimes. Cela signifie un faible intervalle de confiance et, par conséquent, des estimations nationales dont le degré de fiabilité est relativement élevé.

Tableau I.5 – Comparaison de l'échelle des erreurs standard selon le niveau d'enseignement [a]

	Élémentaire	1er cycle	2e cycle
Échelle des erreurs	0,01-3,08	0,01-5,30	0,02-2,43

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Vue d'ensemble du présent volume

En général, le présent volume se limite aux données nationales. Des annexes fournissent les estimations relatives à chaque province. Dans les chapitres suivants, on donne les estimations selon les niveaux d'enseignement (primaire, 1er et 2e cycles du secondaire). Dans la plupart des chapitres, un texte résume les faits saillants des données, suivi des tableaux auxquels le résumé renvoie. Cependant, au chapitre IV, pour la commodité du lecteur, les tableaux figurent dans le texte. Le texte de chaque chapitre se subdivise en diverses sections thématiques où l'on discute les données relatives à des sujets particuliers. Les tableaux sont présentés de la même façon : une note résume généralement les données de chaque tableau.

Les principales variables de tabulation employées dans le présent volume sont le niveau d'enseignement, l'emplacement de l'école, le sexe, l'âge et les années d'expérience des enseignants. Nous avons fait état de toutes les estimations sous forme du pourcentage des enseignants qui répondent à divers choix pour des questions particulières du questionnaire.

Le tableau I.6 compare la taille de la population (selon les données) et le nombre de répondants selon chacun des niveaux d'enseignement. En général, les estimations se fondent sur le nombre de répondants à l'ensemble du sondage et, par conséquent, le nombre d'enseignants qui répondent à chaque question n'est pas indiqué dans les tableaux des chapitres ultérieurs. Dans ces tableaux, les chiffres n'atteignent pas exactement 100 %, étant donné qu'on ne fait pas état de la proportion des enseignants qui ne répondent pas ou qui répondent incorrectement à certaines questions. Toutefois, dans les tableaux où on a eu recours au tri croisé, on indique le nombre de répondants, et la somme des données de ces tableaux s'élève à environ 100 %.

Le chapitre II présente les caractéristiques démographiques des enseignants en sciences, soit l'âge, le sexe et l'expérience. Les renseignements comprennent les antécédents professionnels et universitaires des enseignants : les diplômes, le nombre de cours suivis en mathématiques, en sciences et en éducation, et la date à laquelle remontent les cours suivis

Tableau I.6 - Comparaison de la grandeur de la population et du nombre de répondants selon le niveau d'enseignement

	Primaire	1er cycle du secondaire	2e cycle du secondaire	Total
Population	78 699	12 132	7 573	98 404
Échantillon (répondants)	1 703	1 346	1 157	4 206

dans ces matières. Ce chapitre donne également des renseignements sur l'emploi dans des postes reliés aux sciences. En dernier lieu, on y fournit des données concernant l'attitude des enseignants à l'égard de l'enseignement des sciences et de la formation des maîtres.

Le chapitre III porte sur les vues des enseignants concernant les objectifs de l'enseignement des sciences et la réalisation ou la non-réalisation de ceux-ci.

Le chapitre IV décrit les contextes pédagogiques de l'enseignement des sciences, les obstacles à la réalisation des objectifs, les manuels et les autres moyens didactiques utilisés, les types d'expériences en milieu de travail et leur valeur pour les enseignants, de même que les aptitudes des étudiants et l'intérêt qu'ils manifestent à l'égard des sciences.

Le chapitre V présente l'information relative aux contextes matériel, institutionnel et social de l'enseignement des sciences. Le contexte matériel a trait à l'existence et à la qualité des locaux et de l'équipement. Le contexte institutionnel porte sur le nombre d'heures accordées aux sciences, le nombre d'élèves par classe et la charge d'enseignement. Les renseignements sur le contexte social ont trait à l'attitude des collègues, des directeurs d'écoles, des parents et des commissaires face à l'enseignement des sciences et aux enseignants. Ce chapitre porte également sur la participation de l'industrie à l'enseignement des sciences.

Le chapitre VI renferme des observations sur les informations des chapitres précédents. Il s'attarde plus particulièrement aux questions que soulèvent les données.

Enfin le présent volume comprend deux annexes. L'annexe A contient une copie du questionnaire et de la feuille de réponses, et l'annexe B comprend des informations techniques sur les méthodes d'estimation, les erreurs standard et la fiabilité des données.

II. Les enseignants en sciences

Une des parties les plus importantes de la base de données pour ceux qui débattent de l'orientation des programmes d'étude est celle qui caractérise les enseignants en sciences : qui sont-ils, quel genre de formation et d'expérience apportent-ils à leur travail, quelles sont leurs attitudes à l'égard de l'enseignement, et ainsi de suite. Étant donné que seuls des enseignants ont répondu à ce questionnaire d'enquête, toutes les données présentées dans ce chapitre peuvent renfermer de précieuses informations à ce sujet. Toutefois, certaines questions visaient précisément à obtenir des renseignements sur les répondants eux-mêmes et les tableaux II.1 à II.17 résument ces résultats. L'information présentée ici peut être répartie en trois catégories :

- information démographique : sexe, âge, années d'expérience dans l'enseignement (tableaux II.1 à II.6);
- formation et expérience, y compris l'emploi autre que l'enseignement (tableaux II.7 à II.13);
- attitudes à l'égard de l'enseignement et de la formation des maîtres (tableaux II.14 à II.17).

Chaque tableau de données est accompagné d'observations qui mettent en lumière les aspects importants de l'information présentée. De plus, voici

Tableau II.1 - Sexe des enseignants[a]

Sexe	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Hommes	22,1	69,4	88,0
Femmes	77,1	30,2	11,9

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Ces résultats ne surprendront personne, mais il y a lieu de faire remarquer que les données provinciales varient assez fortement. Par exemple, au niveau primaire, 10 % des enseignants du Québec sont des hommes, par comparaison à 35 % au Manitoba.

maintenant certaines observations de portée générale sur les résultats obtenus pour chaque section.

Information démographique

Les résultats obtenus confirment qu'au-delà de l'enseignement primaire, les sciences sont enseignées par un corps enseignant où prédominent les hommes, dont les membres ont, dans une large mesure, entre 26 et 45 ans, et qui possède une assez longue expérience de l'enseignement (dix ans et plus).

L'enseignement primaire est dominé à 3 pour 1 par les femmes. Mais la comparaison de l'âge ou des années d'expérience des enseignants du

Tableau II.2 - Âge des enseignants[a]

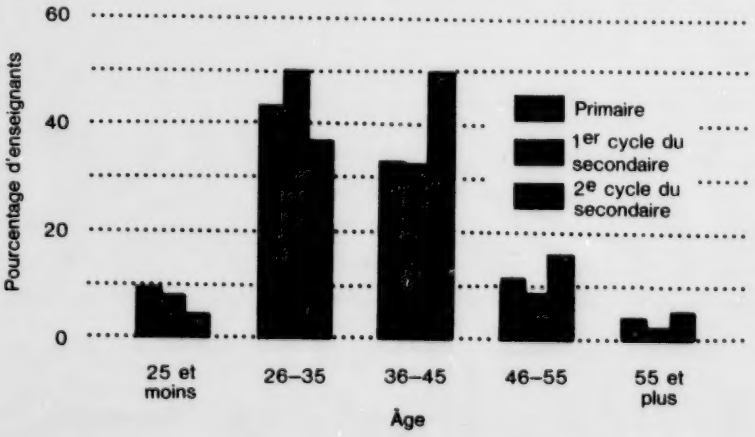
Âge	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Moins de 26 ans	8,7	7,6	3,6
26 à 35	42,4	48,7	34,9
36 à 45	32,6	32,1	40,9
46 à 55	11,5	8,6	15,7
Plus de 55 ans	3,8	2,5	4,6
Âge moyen	36,0	35,0	39,0

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation

Au 2e cycle du secondaire, les enseignants sont plus âgés que ceux du primaire; ceux du 1er cycle du secondaire sont les plus jeunes de tous.

Figure II.1 - Âge des enseignants



primaire d'après le sexe (tableaux II.3 et II.5) permet de constater qu'une modification de ce rapport est en cours. Plus précisément, 47,2 % des institutrices du primaire possèdent 14 ans d'expérience ou plus, par comparaison à 34,7 % des instituteurs du primaire. Trente-et-un pour cent des institutrices possèdent moins de 10 ans d'expérience, par comparaison à 38,3 % des instituteurs. Ces données donnent lieu de croire à un faible mais net déplacement du rapport des sexes à ce niveau. On peut relever une tendance correspondante en sens inverse au deuxième cycle du secondaire. À ce niveau, 10 % seulement des enseignants comptent moins de 5 ans d'expérience, par comparaison à 28,1 % chez les enseignantes. Ces chiffres donnent à penser que le rapport actuel hommes/femmes (8 pour 1) est peut-être en train de changer, encore que lentement. Ainsi qu'on le fait remarquer au tableau II.1, ces données particulières varient beaucoup d'une province à l'autre.

Tableau II.3 - Âge des enseignants selon le sexe[a]

	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
Âge	H	F	H	F	H	F
Moins de 26 ans	3,3	10,3	3,7	16,6	3,4	11,6
26 à 35	51,6	40,2	53,5	38,1	33,2	41,5
36 à 45	30,8	33,4	32,2	32,2	43,3	26,8
46 à 55	9,0	12,3	7,8	10,3	15,3	16,5
Plus de 55 ans	5,1	3,5	2,6	2,5	4,6	3,3
(N)	(414)	(1 272)	(1 066)	(275)	(1 018)	(139)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Les hommes sont un peu plus âgés que les femmes.

Tableau II.4 - Années d'expérience dans l'enseignement[a]

Années d'expérience	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
1 an	3,1	6,5	2,1
2 à 5 ans	15,2	16,5	9,4
6 à 9 ans	14,4	21,6	15,0
10 à 13 ans	22,7	17,0	22,9
14 ans ou plus	44,0	37,9	50,2

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Plus de la moitié de tous les enseignants comptent plus de 10 ans d'expérience. Au niveau du 2e cycle du secondaire, les enseignants ont passablement plus d'expérience.

La comparaison des tableaux II.2 et II.4 permet de constater l'existence d'un lien entre l'âge et les années d'expérience dans l'enseignement chez les enseignants. Toutefois, l'âge moyen des enseignants du Québec tend à être plus élevé que celui de leurs collègues des autres provinces, surtout dans l'enseignement primaire, où 60,8 % d'entre eux ont plus de 35 ans. Par contre, les enseignants de Terre-Neuve et de l'Alberta sont relativement plus jeunes, surtout au premier cycle du secondaire, où 71,1 % (Terre-Neuve) et 68,0 % (Alberta) d'entre eux ont 35 ans ou moins. De façon générale, les enseignants sont plus âgés et sensiblement plus expérimentés que les enseignantes. Dans les villes, les enseignants paraissent aussi être relativement plus expérimentés que ceux des régions rurales.

Figure II.2 – Années d'expérience dans l'enseignement

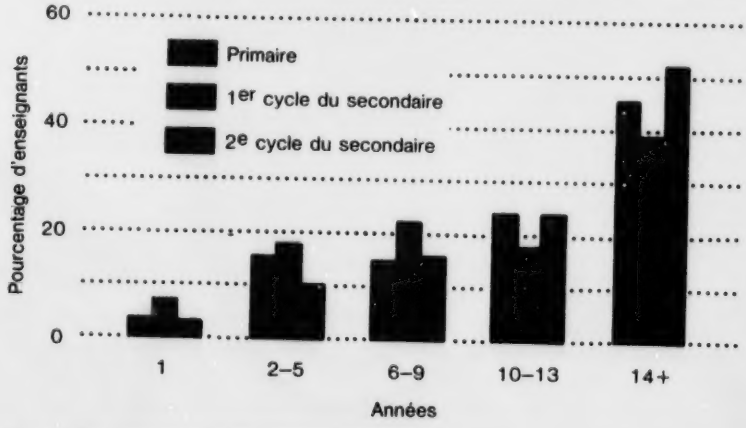


Tableau II.5 – Années d'expérience dans l'enseignement selon le sexe[a]

Années d'expérience	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
	H	F	H	F	H	F
1 à 5 ans	21,1	17,7	17,6	35,9	10,0	28,1
6 à 9 ans	17,2	13,3	23,4	17,4	14,4	17,8
10 à 13 ans	26,8	21,6	16,8	17,9	24,4	13,2
14 ans ou plus	34,7	47,2	42,1	28,6	51,1	40,8
(N)	(411)	(1 272)	(1 065)	(274)	(1 017)	(138)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Au niveau des 1er et 2e cycles du secondaire, les enseignants ont plus d'expérience que les enseignantes. Au niveau du primaire, les enseignantes ont un peu plus d'expérience.

Tableau II.6 - Années d'expérience dans l'enseignement selon le milieu scolaire[a]

Années d'expérience	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
	Urbain	Rural	Urbain	Rural	Urbain	Rural
1 à 5 ans	7,2	18,9	10,9	25,6	9,2	12,9
6 à 9 ans	10,5	13,9	17,8	24,9	13,0	16,0
10 à 13 ans	30,8	20,6	18,2	16,0	22,5	23,7
14 ans ou plus	50,9	46,0	52,3	33,2	55,2	46,7
(N)	(434)	(1 026)	(350)	(617)	(351)	(606)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage. L'absence de données pour la Colombie-Britannique s'explique par la non-disponibilité d'un indicateur urbain/rural pour cette province.

Observation
Les enseignants des régions urbaines possèdent relativement plus d'expérience que ceux des régions rurales.

Formation et expérience

Les tableaux II.7 à II.13 démontrent l'apparition d'un corps enseignant de mieux en mieux qualifié (la grande majorité des professeurs sont diplômés d'université); par contre, plus de la moitié des enseignants (à tous les niveaux) n'ont pas suivi de cours universitaire en mathématiques ou en sciences depuis plus de dix ans, s'ils en ont jamais suivi.

Le tableau II.9 fait ressortir la tendance à la hausse de la scolarisation des enseignants, depuis vingt ans. Au niveau primaire, 57,8 % des enseignants comptant quatorze ans ou plus d'expérience sont des diplômés universitaires; chez ceux qui comptent de une à cinq années d'expérience (c.-à-d., les plus jeunes), la proportion monte à 82,8 %. Toutefois, lorsqu'on examine la formation des enseignants en des matières précises (tableaux II.10, II.11 2/1 II.12), la tendance se fait moins évidente. Au premier cycle du secondaire, plus du tiers des enseignants n'ont pas suivi de cours de mathématiques ou de sciences de niveau universitaire; en outre, plus de la moitié des enseignants du primaire n'ont pas suivi de cours universitaire de mathématiques et près des trois quarts n'ont pas suivi de cours universitaire en sciences. Si par ailleurs il est vrai que la majorité des enseignants du deuxième cycle du secondaire ont suivi des cours universitaires en mathématiques (83,3 %) et en sciences (94,5 %), on constate que, dans bien des cas, ces cours ont été suivis il y a longtemps. Chez deux tiers de ces enseignants, ces études universitaires en sciences remontent à plus de 5 ans, et chez les autres, à plus de 10 ans. Cependant, un nombre important d'enseignants de tous les niveaux semblent avoir été en contact avec l'université au cours des 5 dernières années. En outre, plus de 60 % des enseignants du primaire ont suivi un cours de pédagogie; un quart de ces cours étaient au 2e ou 3e cycle universitaire.

Toutefois, les connaissances scientifiques des enseignants ne proviennent pas nécessairement de cours universitaires. Ainsi, certains ont

Tableau II.7 – Niveau de formation des enseignants[a]

Niveau d'instruction	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Diplôme d'école normale	33,2	10,3	4,1
Diplôme de 1er cycle universitaire	58,0	70,9	69,1
Diplôme de 2e ou 3e cycle universitaire	7,4	18,0	26,0

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Au niveau des 1er et 2e cycles du secondaire, à peu près 9 enseignants sur 10 possèdent un diplôme universitaire; il en est de même de deux enseignants du niveau primaire sur trois.

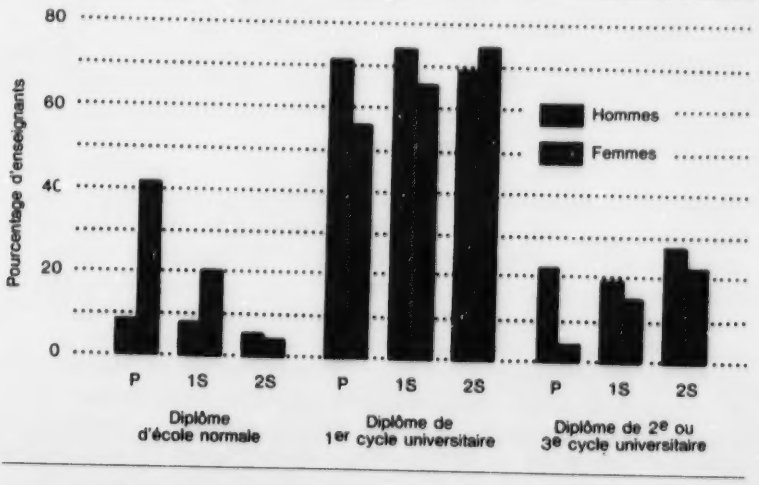
Tableau II.8 – Niveau de formation des enseignants selon le sexe[a]

Niveau d'instruction	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
	H	F	H	F	H	F
Diplôme d'école normale	7,9	41,3	7,0	19,8	4,2	3,7
Diplôme de 1er cycle universitaire	70,3	55,0	73,7	64,6	68,9	74,0
Diplôme de 2e ou 3e cycle universitaire	21,6	3,5	19,1	15,4	26,8	22,1
(N)	(411)	(1 267)	(1 065)	(275)	(1 011)	(139)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Aux niveaux primaire et du 1er cycle du secondaire, les enseignants tendent à témoigner d'un niveau plus élevé d'instruction que les enseignantes, mais il n'existe pas une telle différence au niveau du 2e cycle du secondaire.

Figure II.3 – Niveau de formation des enseignants selon le sexe



travaillé dans des domaines autres que l'enseignement des sciences. Les responsables de l'étude ont posé une question sur les emplois de nature scientifique que les enseignants ont occupés; les résultats obtenus figurent au tableau II.13. Il ressort qu'un nombre important d'enseignants, surtout au deuxième cycle du secondaire, ont acquis une certaine expérience des sciences en dehors du monde scolaire. Une telle expérience pourrait se révéler importante s'il advenait qu'un enseignant soit appelé à établir pour ses élèves le lien entre la connaissance scientifique et les applications pratiques que l'on retrouve dans la recherche, le développement ou l'agriculture.

Attitudes à l'égard de l'enseignement et de la formation des maîtres

Nous avons cherché à connaître l'évaluation que les enseignants font de

Tableau II.9 - Niveau de formation des enseignants selon l'expérience dans l'enseignement[a]

Niveau d'instruction	1 à 5 ans	6 à 9 ans	10 à 13 ans	14 ans et +
Primaire				
-Diplôme d'école normale	19,1	25,3	35,8	42,0
-Diplôme de 1er cycle universitaire	75,7	64,9	57,1	49,7
-Diplôme de 2e ou 3e cycle universitaire	5,1	9,6	6,9	8,1
-(N)	(435)	(286)	(336)	(618)
1er cycle du secondaire				
-Diplôme d'école normale	2,0	9,6	4,3	20,1
-Diplôme de 1er cycle universitaire	81,4	82,6	81,5	53,1
-Diplôme de 2e ou 3e cycle universitaire	16,5	7,7	14,0	26,7
-(N)	(290)	(296)	(293)	(460)
2e cycle du secondaire				
-Diplôme d'école normale	1,1	1,1	6,2	4,8
-Diplôme de 1er cycle universitaire	86,9	78,5	59,8	67,1
-Diplôme de 2e ou 3e cycle universitaire	11,8	20,2	33,9	27,9
-(N)	(152)	(189)	(258)	(549)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Les enseignants les moins expérimentés (c.-à-d. les plus jeunes) ont en général reçu une formation plus poussée que celle de leurs collègues plus expérimentés.

Tableau II.10 – Niveau de formation des enseignants en certaines matières[a]

Niveau d'instruction	Mathématiques	Sciences pures	Sciences appliquées	Pédagogie
Primaire				
-Aucune étude universitaire	55,2	72,7	85,9	20,5
-1er cycle universitaire	39,6	23,0	8,5	68,1
-Études supérieures	1,5	0,4	0,3	7,6
1er cycle du secondaire				
-Aucune étude universitaire	40,4	35,8	65,1	10,0
-1er cycle universitaire	54,5	59,6	28,8	71,2
-Études supérieures	1,7	3,6	3,5	17,2
2e cycle du secondaire				
-Aucune étude universitaire	13,7	4,6	61,6	5,3
-1er cycle universitaire	79,4	78,0	28,7	72,4
-Études supérieures	3,9	16,5	3,6	20,0

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observations
1. Plus de la moitié des enseignants au primaire n'ont pas suivi de cours de mathématiques au niveau universitaire.
2. Près des trois quarts des enseignants au primaire n'ont pas étudié les sciences au niveau universitaire.
3. Les trois quarts des enseignants du 1er cycle du secondaire n'ont pas étudié les mathématiques ou les sciences au niveau universitaire.

leur formation, autant scientifique que pédagogique; le tableau II.14 présente les résultats de cette recherche. De façon générale, il semblerait que la satisfaction des professeurs à l'égard de leur formation scientifique soit proportionnelle, grosso modo, à l'ampleur de cette formation. Les moins satisfaits seraient ceux du niveau primaire et les plus satisfaits, ceux du deuxième cycle du secondaire.

Une question visant à connaître les attitudes des enseignants à l'égard de leur travail demandait s'ils préféreraient ne pas enseigner les sciences du tout. Les enseignants du deuxième cycle du secondaire, c'était à prévoir, ont répondu fermement par la négative, mais un nombre surprenant d'enseignants du primaire (63 %) ont aussi répondu de cette façon, ce qui est très encourageant. À tous les niveaux, ceux qui enseignent la science sont, semble-t-il, enthousiastes à l'égard de cet enseignement. Les enseignants souhaitant ne pas avoir à enseigner les sciences ont le plus souvent expliqué cette attitude par l'insuffisance de leur formation et de leur expérience; ainsi chez ceux qui ont donné cette raison, 83 % n'avaient suivi aucun cours universitaire en science.

Tableau II.11 - Niveau de formation en certaines matières selon le sexe[a]

	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
Niveau d'instruction	H	F	H	F	H	F
Mathématiques						
-Aucune étude universitaire	45,8	60,7	32,8	63,0	12,4	24,0
-1er cycle universitaire	49,6	38,4	64,9	35,8	83,4	73,2
-Études supérieures	4,4	0,7	2,1	1,0	4,0	2,6
-(N)	(405)	(1 216)	(1 041)	(267)	(995)	(134)
Sciences pures						
-Aucune étude universitaire	59,7	80,5	27,3	56,4	4,4	5,1
-1er cycle universitaire	39,5	19,1	68,3	41,4	79,3	77,2
-Études supérieures	0,6	0,2	4,3	2,1	16,1	17,5
-(N)	(407)	(1 218)	(1 051)	(270)	(1 008)	(139)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observations

1. Les enseignantes ont généralement suivi moins de cours de mathématiques et de sciences que les enseignants.
2. Il y a une probabilité de 80 % qu'une enseignante du primaire n'ait pas étudié les sciences depuis qu'elle a quitté l'école secondaire, et une probabilité de 60 % qu'elle n'ait pas étudié les mathématiques depuis l'école secondaire.

Tableau II.12 - Temps écoulé depuis le dernier cours postsecondaire suivi en certaines matières[a]

Temps écoulé depuis le dernier cours	Mathématiques	Sciences pures	Sciences appliquées	Pédagogie
Primaire				
-Jamais suivi	32,2	45,9	57,2	6,6
-Plus de 10 ans	26,7	26,0	18,4	14,7
-6 à 10 ans	18,1	14,1	11,3	16,1
-1 à 5 ans	19,0	11,2	9,1	46,2
-En suit actuellement	1,8	0,0	0,7	14,6
1er cycle du secondaire				
-Jamais suivi	31,4	22,9	42,1	5,3
-Plus de 10 ans	26,1	28,1	18,2	15,4
-6 à 10 ans	25,0	28,4	23,3	20,2
-1 à 5 ans	13,6	18,2	13,3	44,6
-En suit actuellement	3,0	1,5	1,3	13,6
2e cycle du secondaire				
-Jamais suivi	12,6	4,4	46,8	4,5
-Plus de 10 ans	42,3	34,0	23,4	24,3
-6 à 10 ans	24,5	31,7	14,8	28,1
-1 à 5 ans	16,9	27,3	10,8	33,8
-En suit actuellement	1,7	1,6	1,8	7,9

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
La plupart des enseignants n'ont pas suivi, au cours des 10 dernières années, de cours de niveau postsecondaire en une matière autre que la pédagogie.

Tableau II.13 – Genres d'emplois de nature scientifique déjà occupés par les enseignants[a]

Genre d'emploi[b]	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Aucun	77,2	44,3	37,3
Travail dans une bibliothèque scientifique	1,1	1,5	2,1
Travail courant d'essais ou d'analyses de laboratoire	5,1	13,7	24,0
Recherche et développement en matière de méthodes, de produits ou de techniques de fabrication	2,7	10,1	16,0
Recherche fondamentale dans les sciences physiques, biologiques, médicales ou géologiques	3,8	13,2	19,5
Travail dans l'agriculture, l'exploitation minière ou le secteur des pêches	14,5	26,0	26,1
Autres occupations dans l'industrie, y compris dans le génie	4,2	14,4	20,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

[b] Les répondants avaient été priés d'indiquer tout ce qui s'appliquait. C'est pourquoi la somme des données d'une colonne n'est pas égale à 100 %.

Observation
Plus de la moitié des enseignants aux 1er et 2e cycles du secondaire ont acquis une certaine expérience des sciences ailleurs que dans leur école ou dans des cours universitaires.

Figure II.4 - Genres d'emploi de nature scientifique déjà occupé par les enseignants

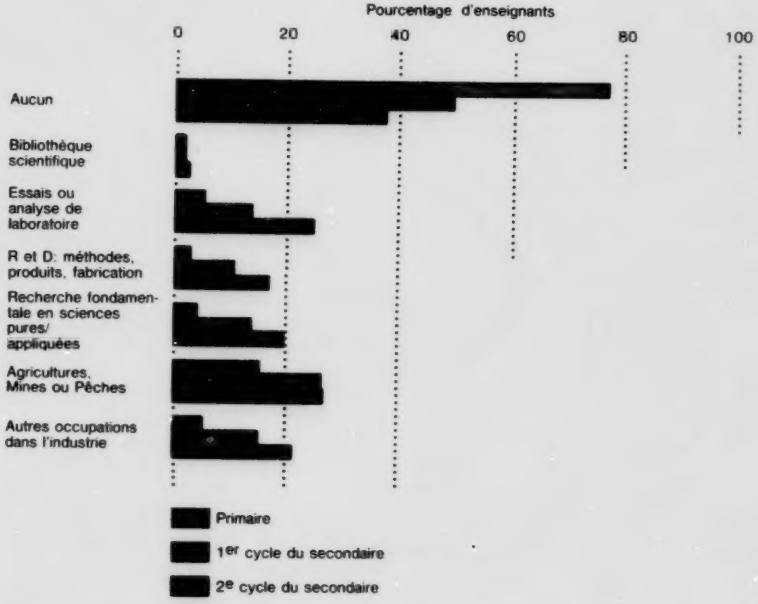


Tableau II.14 - Comment les enseignants évaluent leur formation[a]

Évaluation	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Formation en sciences			
-Très insuffisante	17,4	7,4	1,6
-Plutôt insuffisante	29,2	25,7	7,3
-Plutôt suffisante	43,0	45,4	45,3
-Très suffisante	8,6	21,1	45,1
Formation des maîtres			
-Très insuffisante	13,1	9,1	8,3
-Plutôt insuffisante	23,5	21,9	22,2
-Plutôt suffisante	38,4	50,3	45,4
-Très suffisante	23,1	17,9	23,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observations

1. Les enseignants du 2e cycle du secondaire sont plus satisfaits de leur formation en sciences que ceux du 1er cycle et du primaire. Pour ce qui est de la satisfaction des maîtres en général à l'égard de leur formation pédagogique, elle équivaut à peu près à celle qu'ils éprouvent à l'égard de leur formation en sciences.
2. À l'analyse par niveau de formation, ceux qui ont le plus étudié les sciences à l'université se montrent plus satisfaits de la qualité de leur formation en sciences que ceux qui n'ont pas étudié les sciences à l'université.
3. Ceux qui ont suivi le plus de cours en pédagogie ne sont pas plus satisfaits de la formation des maîtres qu'ils ont reçues que ceux qui en suivi moins.

Tableau II.15 - Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout ? »[a]

Réponse	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Oui	18,6	9,5	4,5
Non	63,1	77,2	87,5
Sans opinion	9,7	9,6	3,2

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation

La majorité de ceux qui enseignent les sciences sont désireux de le faire; toutefois, au niveau primaire, plus de 1 sur 4 préféreraient s'abstenir ou ne sont pas sûrs.

Figure II.5 – Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout ? »

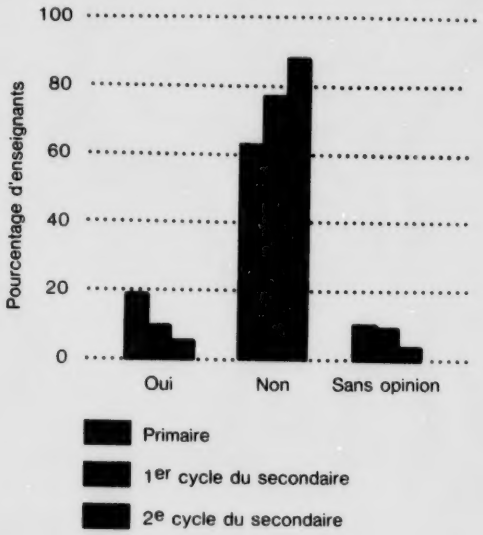


Tableau II.16 – Réponses des enseignants à la question : « Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout ? », selon le sexe[a]

	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
Réponse	H	F	H	F	H	F
Oui	14,5	21,9	7,6	14,6	5,8	3,8
Non	76,8	66,7	84,8	69,5	90,8	92,8
Sans opinion	8,6	11,2	7,5	15,8	3,3	3,2
(N)	(384)	(1 171)	(1 015)	(257)	(961)	(133)

[a] Les statistiques sont en pourcentage.

Observation
Au primaire et au 1er cycle du secondaire, près du tiers des enseignantes choisiraient de ne pas enseigner les sciences ou n'en sont pas sûres.

Tableau II.17 - Raisons pour ne pas vouloir enseigner les sciences[a]

Raison(s)	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Manque de moyens	34,7	34,4	25,8
Formation et expérience inadéquates	54,6	54,8	29,7
Je n'aime pas les sciences	20,7	27,0	0,0
Conditions de travail	23,1	43,4	59,5
Attitudes des élèves	4,3	17,0	39,4
Autres raisons	16,5	21,7	33,4
(N)	(346)	(160)	(53)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage. Elles ne sont fondées que sur ceux qui ont indiqué qu'ils préféreraient n'avoir pas à enseigner les sciences. De plus, les répondants avaient été priés d'indiquer tout ce qui s'appliquait; c'est pourquoi le total n'est pas égal à 100 %.

Observations

1. L'inadéquation de la formation et de l'expérience est d'emblée la principale raison donnée pour ne pas aimer l'enseignement des sciences.
2. De ceux qui ont cité l'inadéquation de leur formation et de leur expérience comme motif pour éviter d'enseigner les sciences, 83 % n'avaient fait aucune étude universitaire en sciences pures.

III. Les objectifs de l'enseignement des sciences

Le thème central de l'étude (voir le premier chapitre du volume I) porte sur les objectifs de l'enseignement des sciences dans les écoles du Canada. Tous les éléments du programme de recherche ont été conçus pour mieux cerner les objectifs pédagogiques tels qu'ils se présentent aux niveaux du discours et de la pratique de l'enseignement des sciences. Plus précisément, l'enquête a été conçue pour découvrir 1) les objectifs jugés importants par les enseignants selon le niveau auquel ils enseignent et 2) les objectifs qu'ils réussissent le mieux à atteindre, selon eux, par leur enseignement actuel. Cette information complète celle obtenue sur les objectifs imposés par les ministères de l'Éducation (chapitre VI du volume I) et sur les objectifs pédagogiques qui sont contenus dans les manuels de sciences (chapitre VIII du volume I). Elle jette aussi, implicitement, une certaine lumière sur ce que les enseignants pensent des critiques de l'enseignement des sciences exprimées dans les exposés à débattre et les comptes rendus des ateliers, où les auteurs proposent d'autres objectifs pour cet enseignement.

Ces trois sources – documents officiels des ministères, manuels et exposés à débattre du Conseil – constituaient ainsi une base pour l'établissement d'une liste d'objectifs pédagogiques au sujet desquels nous pouvions demander aux enseignants de répondre. Le questionnaire final (voir l'annexe A) contenait quatorze objectifs représentant les huit catégories tirées des lignes directrices ministérielles et des principaux thèmes de l'étude du Conseil des sciences (exemple : la nécessité de tenir compte du contexte canadien, la nécessité d'enseigner les méthodes de travail de l'ingénieur et la nécessité d'accorder une attention particulière à la formation scientifique des femmes). Les répondants avaient été priés d'indiquer quelle importance ils attribuaient à chaque objectif en fonction

du niveau auquel ils enseignaient. Par conséquent, les résultats correspondent à ce que les enseignants du primaire pensent des objectifs de l'enseignement primaire, ce que ceux du 1er cycle du secondaire pensent des objectifs définis pour ce niveau, et ainsi de suite.

Les répondants avaient été priés de coter chaque objectif selon qu'il était « sans importance », « peu important », « assez important », « très important ». Au lieu de présenter une énorme masse de données correspondant à toutes ces réponses, nous avons mis au point pour chaque niveau un classement des objectifs fondé sur la somme de ceux qui ont répondu « assez important » et « très important ». Ainsi, les résultats exprimés de cette façon ne constituent pas tant une mesure de l'importance de chaque objectif pour les enseignants qu'une mesure du degré de consensus des enseignants sur l'importance relative d'un objectif donné. Toutefois, aux fins du débat, ces deux notions peuvent être considérées comme se recoupant. L'analyse des résultats se fait de deux façons. Premièrement, les évaluations sont examinées par niveau d'enseignement - primaire, 1er et 2e cycles du secondaire - pour indiquer quels objectifs sont cotés les plus importants pour chaque niveau. Deuxièmement, on examine les diverses cotes afin de faciliter les comparaisons avec l'analyse des directives ministérielles et avec les thèses mises de l'avant par les auteurs d'exposés à débattre. Le chapitre se termine par les résultats des évaluations faites par les enseignants de l'efficacité de leur enseignement en fonction de chacun des quatorze objectifs.

Importance des objectifs : analyse par niveau d'enseignement

Primaire

Le tableau III.1 montre comment les enseignants du niveau primaire évaluent l'importance des objectifs pédagogiques. L'examen de ces données révèle trois grappes distinctes et permet de découvrir deux nettes coupures autour de 80 % et de 50 %. La première grappe présente trois objectifs dont l'importance, semble-t-il, fait l'objet d'un très large accord. Ces objectifs sont ceux qui touchent les attitudes, les habiletés scientifiques et les aptitudes sociales. La deuxième grappe est formée de six objectifs sur lesquels on est modérément d'accord pour dire qu'ils sont importants. Les cinq derniers objectifs sont ceux sur lesquels on est le moins d'accord (moins de 50 %) sur leur importance.

Afin d'approfondir un peu plus cette notion d'accord, nous avons analysé les évaluations des objectifs par province, par sexe, par années d'expérience de l'enseignement et par situation géographique des écoles. Dans toutes ces analyses, on constate un degré important d'accord, mais on y trouve certaines différences intéressantes. Voici les différences dans les données présentées dans le tableau III.1.

1. Au primaire, un nombre sensiblement plus grand d'instituteurs (76,5 %) que d'institutrices (59,6 %) a coté l'objectif du contenu

scientifique comme assez ou très important. De plus, la « compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique » a été cotée assez ou très importante par 62,0 % des instituteurs, mais par 34,1 % seulement des institutrices.

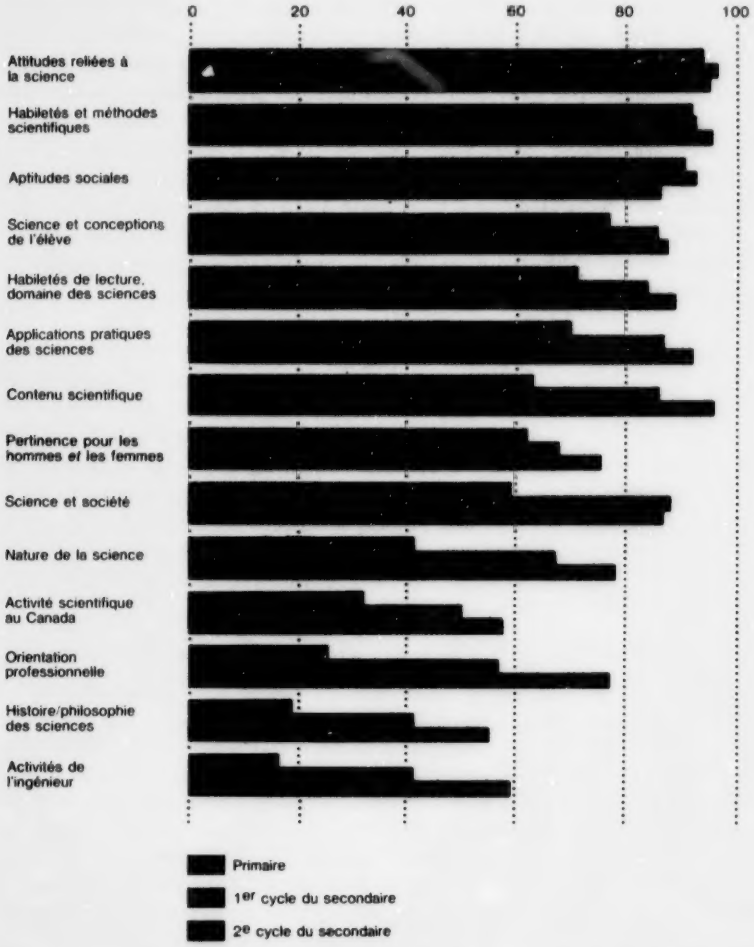
2. Il existe une différence frappante au niveau de la valeur prêtée à l'objectif du contenu scientifique par des enseignants possédant une expérience plus ou moins longue : au niveau primaire, 59,5 % de ceux qui comptaient plus de dix ans d'expérience de l'enseignement ont jugé l'objectif du « contenu scientifique » assez ou très important, par comparaison à 71,7 % de ceux qui possédaient moins de dix ans d'expérience.
3. Aucune différence sensible n'a été observée entre les enseignants des écoles urbaines et ceux des écoles rurales.

Tableau III.1 - Importance des objectifs : primaire[a]

Rang[b]	Objectifs	Évaluation
1.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	94,3
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	92,8
3.	Acquisition d'aptitudes sociales	92,2
4.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde	77,8
5.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique, au sens large	70,9
6.	Connaissance des applications pratiques des sciences	70,4
7.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	63,6
8.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	62,5
9.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	59,6
10.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	40,7
11.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	32,6
12.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	25,2
13.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	19,3
14.	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	17,9

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.
[b] Classement des objectifs selon la proportion des enseignants qui les tiennent pour assez ou très importants

Figure III.1 - Importance des objectifs selon les enseignants



1er cycle du secondaire

Au niveau du 1er cycle du secondaire, les objectifs que les enseignants tiennent pour importants sont beaucoup plus nombreux. Encore une fois, si l'on observe les lignes de démarcation de 80 % et 50 %, on peut regrouper les quatorze objectifs en trois grappes. Mais, dans ce cas-ci, les proportions des objectifs dans chaque grappe sont bien différentes, ainsi que le fait voir le tableau III.2. Dans la première grappe, huit objectifs suscitent un solide accord quant à leur importance. La deuxième grappe (80 % à 50 %) comporte quatre objectifs et la troisième (moins de 50 %),

deux seulement. Sauf quelques exceptions, l'ordre des objectifs dans l'énumération générale se rapproche de celui du niveau primaire, mais ce qui est particulièrement différent, c'est l'importance accrue prêtée à chaque objectif.

Tableau III.2 - Importance des objectifs : 1er cycle du secondaire[a]

Rang[b]	Objectif	Évaluation
1.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	96,0
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	93,4
3.	Acquisition d'aptitudes sociales	92,9
4.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	88,4
5.	Connaissance des applications pratiques des sciences	87,8
6.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	86,6
7.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde qui l'entoure	86,3
8.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique, au sens large	84,2
9.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	68,6
10.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	66,1
11.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	56,1
12.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	51,4
13.	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	40,8
14.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	40,7

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.
[b] Classement des objectifs selon la proportion des enseignants qui les tiennent pour assez ou très importants

Parmi les objectifs de la première grappe figurent les trois que la plupart des enseignants du niveau primaire ont tenus pour importants - attitudes, habiletés scientifiques et aptitudes sociales - mais, à ces trois-là, s'en ajoutent cinq: science et société, applications pratiques de la science, contenu scientifique, rapports entre la science et la perception du monde chez l'élève, ainsi que les aptitudes à la lecture et à la compréhension des matières scientifiques. Cette gamme plus étendue d'objectifs dans la première grappe, par comparaison à celle du niveau primaire, témoigne

de la variété plus grande des fins pour lesquelles on enseigne la science au 1er cycle du secondaire. L'analyse des lignes directrices ministérielles révèle un effet semblable. De plus, chose intéressante à noter, malgré toute la gamme d'objectifs, on est d'accord à un haut degré (plus de 80 % des enseignants) sur l'importance d'au moins huit objectifs.

Le déplacement de l'importance relative d'objectifs précis fait l'objet de la deuxième partie de l'analyse. Plusieurs résultats significatifs ressortent d'une analyse plus poussée de l'accord au niveau du 1er cycle du secondaire au chapitre des sexes, des années d'expérience et du milieu des écoles.

1. Les institutrices tendent en plus grand nombre que les instituteurs à coter deux objectifs comme importants. Celui de la « prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations *autant* des femmes que des hommes » (ce qui suppose que ces besoins et aspirations pourraient être différents et qu'il faudrait tenir compte de toute différence) a été coté assez ou très important par 78,7 % des institutrices mais par 64,3 % seulement des instituteurs. De même, l'objectif de la « prise de conscience de l'activité scientifique au Canada » a été tenu pour important par 67,9 % des institutrices mais par 44,3 % seulement des instituteurs. Quant aux autres objectifs, la différence entre les sexes a été inférieure à 10 %.
2. L'analyse de ces résultats en fonction de l'expérience de l'enseignement des répondants révèle un certain nombre d'objectifs sur l'importance desquels ceux qui ont plus d'expérience diffèrent d'opinion avec ceux qui en ont moins. Encore une fois, sur la base d'un écart de plus de 10 %, les enseignants possédant plus de dix ans d'expérience ont coté les objectifs qui suivent sensiblement plus haut que ceux qui en comptaient moins de dix :
   - connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique;
   - prise de conscience des rapport entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure;
   - connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent;
   - établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde;
   - compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique.

   Bien entendu, ce groupe d'enseignants n'ayant coté aucun objectif plus bas que ceux qui possédaient moins d'expérience, on pourrait soutenir que ces résultats indiquent un degré moindre de discrimination de la part de ce dernier groupe. Quoi qu'il en soit, les différences existent et nous les signalons ici aux fins des débats.
3. Au 1er cycle du secondaire, deux objectifs accusent un écart de plus de 10 % dans l'analyse des résultats fondée sur la situation de l'école des répondants. Ceux qui enseignent en milieu urbain

tendent plus que ceux qui enseignent en milieu rural à favoriser les deux objectifs qui suivent :

- prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes (urbain - 71,8 %; rural - 61,8 %);
- prise de conscience de l'activité scientifique au Canada (urbain - 55,5 %; rural - 44,5 %).

2e cycle du secondaire

Le tableau III.3 fait voir les résultats des évaluations des enseignants du 2e cycle du secondaire quant à l'importance des objectifs. Si l'on retient les deux points de démarcation (80 % et 50 %), les quatorze objectifs se regroupent tous, à présent, dans les deux grappes supérieures. On semble d'accord pour tenir tous les objectifs pour assez ou très importants. C'est sur huit objectifs - de fait, les mêmes huit qui figurent dans la grappe la plus haut cotée au niveau du 1er cycle - que l'accord est le plus solide (plus de 80 %).

1. À l'analyse de ces résultats d'après le sexe des répondants, les professeurs féminins semblent encore une fois favoriser plus que leurs collègues masculins deux objectifs :
   - prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations *autant* des femmes que des hommes (H - 71,6 %; F - 82,3 %);
   - prise de conscience de l'activité scientifique au Canada (H - 56,8 %; F - 72,0 %).
2. Dans l'analyse fondée sur l'expérience des répondants, un seul objectif accuse un écart de plus de 10 % :
   - prise de conscience de l'activité scientifique au Canada (1 à 5 ans d'expérience - 67,0 %; plus de 14 ans - 56,7 %).
3. On n'a pu déceler aucune différence significative entre les réponses des enseignants urbains et celles des enseignants ruraux.

De façon générale, ceux qui enseignent au 2e cycle du secondaire semblent uniformément d'accord à un haut degré pour dire que tous les objectifs sont importants, mais particulièrement les huit de la première grappe. Il va sans dire que, comme on l'a déjà signalé, ce résultat peut signifier deux choses. D'une part, il se peut que les enseignants du 2e cycle essayent d'atteindre une très large gamme d'objectifs. D'autre part, les enseignants du 2e cycle peuvent ne pas exercer autant de discrimination que, disons, les enseignants du primaire pour ce qui est de dire quels sont, de fait, les objectifs les plus importants.Le résultat est que tous les objectifs sont cotés importants. Dans l'un ou l'autre cas, il semble que la question de savoir combien d'objectifs on peut chercher à atteindre de façon réaliste exige une réponse. La même question s'est posée dans l'analyse des documents officiels des ministères de l'Éducation (chapitre V du volume I) et la tendance qui y est signalée, c'est-à-dire la multiplication des objectifs

Tableau III.3 - Importance des objectifs : 2e cycle du secondaire[a]

Rang[b]	Objectif	Évaluation
1.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	96,1
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	96,1
3.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	95,7
4.	Connaissance des applications pratiques des sciences	92,2
5.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique	89,2
6.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	87,9
7.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde	86,9
8.	Acquisition d'aptitudes sociales	86,1
9.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	78,0
10.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	77,3
11.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	72,8
12.	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	58,9
13.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	58,6
14.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	54,6

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.
[b] Classement des objectifs selon la proportion des enseignants qui les tiennent pour assez ou très importants

à mesure qu'on passe du niveau primaire au 1er cycle du secondaire puis au 2e cycle, est évidente ici également. Il n'y a guère à s'en étonner, lorsqu'on songe que les documents renfermant les lignes directrices sont ordinairement rédigés par des comités d'enseignants (ainsi qu'il est signalé dans le chapitre IV du volume I).

Importance des objectifs : analyse par objectif

Afin de faciliter la comparaison avec les analyses d'objectifs contenus dans les documents officiels des ministères, on emploie ici comme base du présent examen les mêmes catégories employées dans cette section du rapport. Le tableau III.4 compare les quatorze objectifs utilisés dans le questionnaire d'enquête aux huit catégories (définies en termes généraux au chapitre V du premier volume) d'objectifs pédagogiques énoncés par les ministères de l'Éducation. Les regroupements qu'on retrouve dans le

tableau III.4 ne sont pas les seuls possibles; ils servent simplement comme moyen d'organiser le présent examen. Elle ne vise ou ne suppose aucune révision de l'ensemble original des catégories. On peut toutefois comparer les résultats des évaluations des enseignants avec les objectifs agréés par les ministères.

Le contenu scientifique

Au niveau du 2e cycle, l'apprentissage du contenu scientifique revêt une importance capitale en tant qu'objectif pédagogique, aussi bien dans les documents officiels que dans les évaluations des enseignants. Au niveau du 1er cycle, c'est l'un des trois objectifs communs à tous les documents officiels et il est aussi tenu pour très important par 86,6 % des enseignants.

Tableau III.4 – Catégories d'objectifs

Catégorie d'objectifs	Objectifs définis dans l'enquête
Contenu scientifique	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique
Démarche scientifique et habiletés reliées	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche
Implications sociales de l'activité scientifique et technique	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui
	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada
Nature de la science	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique
	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique
Croissance personnelle	Acquisition d'aptitudes sociales
	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique
	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes
	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde
Attitudes reliées à la science	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique
Sciences appliquées/ technologie	Connaissance des applications pratiques des sciences
	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent
Orientation professionnelle	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure

Comme on l'a déjà signalé, tous les documents officiels sur le niveau primaire précisent « l'apprentissage du contenu » comme objectif, mais signalent également que ce n'est pas l'objectif central du programme. De toute évidence, les enseignants sont de cet avis, 63,6 % d'entre eux le signalant comme assez ou très important. Dans l'ensemble, cet objectif ne prête évidemment pas à controverse, encore qu'on puisse continuer à s'interroger sur l'équilibre entre l'apprentissage du contenu et la réalisation d'autres objectifs.

Démarche scientifique et habiletés reliées

L'acquisition de compétences scientifiques est admise comme objectif dans tous les documents ministériels sur le niveau primaire et celui du 1er cycle (ainsi que dans la plupart des documents touchant le 2e cycle), de même que par les enseignants des trois niveaux. Sur les objectifs de ce genre, il semble exister peu de controverse, même si l'on continue de s'interroger sur les compétences particulières devant être enseignées à des niveaux particuliers.

La science et la société

Un de ces objectifs, la connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui, est tenu pour très important aussi bien par les professeurs du 1er cycle (88,4 %) que par ceux du 2e cycle (87,9 %) du secondaire. Ils ont fait preuve d'autant de cohésion à l'égard de l'autre objectif, la prise de conscience de l'activité scientifique au Canada, mais cette fois en lui accordant des cotes aussi basses aux trois niveaux, 11/14 au primaire, 12/14 au 1er cycle et 13/14 au 2e cycle. Ces cotes vont dans le même sens que celles attribuées implicitement par les directives ministérielles. Les enseignants (surtout au niveau du 1er cycle) semblent se rendre de plus en plus compte qu'il est nécessaire de faire comprendre aux élèves les rapports existant entre la science et la société, mais ne semblent pas pencher particulièrement pour une référence spécifique à la société canadienne. Il semble que soient bien fondées les préoccupations de Thomas Symons et de James Page voulant que la science ne soit pas présentée comme partie intégrante du tissu culturel de la société canadienne. L'analyse des manuels (voir le chapitre VII du volume I) tend à confirmer cette observation.

Nature de la science

Ces objectifs figuraient parmi ceux qui étaient tenus pour très importants dans le mouvement des années 60 pour la réforme du programme d'études scientifiques. Cependant, les enseignants ont constaté que seuls les élèves les plus brillants peuvent les atteindre. Les cotes relativement faibles accordées à ces objectifs dans l'enquête témoignent de leur popularité décroissante. Au niveau du 2e cycle, pour lequel la plupart des directives

officielles conservent des objectifs de ce genre, les enseignants les ont cotés $^{9}/_{14}$ et $^{14}/_{14}$. Aux autres niveaux, les deux objectifs revêtent encore moins d'importance, tant dans les directives que de la part des enseignants.

Croissance personnelle

Ainsi qu'on l'a déjà expliqué, cette catégorie d'objectifs est plutôt étendue et diffuse. Elle comporte l'acquisition de caractéristiques ou de qualités – tels la créativité, le sens des responsabilités, l'esprit de coopération – dont l'à-propos ou l'application vont au-delà du domaine de la science et qui se rattachent davantage aux grands objectifs de l'éducation. Comme l'indique le tableau III.4, cette catégorie comprend quatre objectifs plutôt divers qui ne cadrent pas facilement ailleurs. Au niveau primaire, l'acquisition d'aptitudes sociales et l'acquisition d'aptitudes de lecture est naturellement importante, tant pour les ministères que pour les enseignants. Ces objectifs perdent progressivement de l'importance aux niveaux supérieurs. Certes, les enseignants du 2e cycle mettent l'accent sur la lecture et la compréhension des matières reliées à la science, mais nous supposons que cette démarche vise moins le développement des aptitudes essentielles de lecture que la nécessité de comprendre le contenu des publications reliées à la science. L'objectif qui laisse supposer des différences possibles entre les filles et les garçons relativement à l'enseignement des sciences a déjà été traité en rapport avec l'analyse des réponses d'après les sexes. Sa cote relativement faible à tous les niveaux témoigne peut-être d'une conscience plus restreinte, chez les enseignants, de la nécessité d'encourager les filles à étudier les sciences. Son absence totale des directives ministérielles, déjà signalée, tend à confirmer cette hypothèse. Enfin, l'objectif visant « l'établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde » touche l'ouverture des élèves à la science en tant que mode de compréhension de l'univers. C'est dire que cet objectif comporte implicitement la base sur laquelle traiter les questions éthiques ou religieuses sujettes à controverse, comme la création ou l'évolution. Au niveau primaire, les enseignants le cotent hautement ($^{4}/_{14}$) et, aux autres niveaux également, l'accord est solide (86,3 % au 1er cycle et 86,9 % au 2e cycle) sur son importance.

Attitudes reliées à la science

Cet objectif revêt une importance uniforme tant dans les lignes directrices que dans les évaluations des enseignants aux trois niveaux.

Sciences appliquées/technologie

Les objectifs de cette catégorie sont de deux types : ceux qui ont trait à l'enseignement des applications pratiques de la science (les produits du génie et de la technique) et ceux qui ont trait à l'enseignement des « habiletés » de l'ingénieur ou du technicien. Le premier type d'objectif est coté haute-

ment à tous les niveaux, et particulièrement au 2e cycle. Le second est coté faiblement à tous les niveaux ($^{14}/_{14}$ au primaire, $^{13}/_{14}$ au 1er cycle et $^{12}/_{14}$ au 2e cycle). Ainsi qu'il ressortait de leurs directives, les ministères de l'Éducation paraissent ambivalents à l'égard de ces objectifs. Les évaluations en provenance des enseignants laissent également transparaître une certaine ambivalence face à la place qu'il est opportun de faire à la technologie dans l'enseignement des sciences.

Orientation professionnelle

Il était à prévoir que cet objectif ne serait coté hautement que par les enseignants du 2e cycle; 77,3 % d'entre eux le considèrent important, ce qui n'est pas une proportion très élevée, compte tenu de la récession économique qui sévit actuellement.

Tableau III.5 - Efficacité de l'enseignement : primaire[a]

Objectif[a]		Évaluation[b]
1.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	90,7
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	90,2
3.	Acquisition d'aptitudes sociales	92,4
4.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde	66,3
5.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique	67,9
6.	Connaissance des applications pratiques des sciences	66,3
7.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	64,6
8.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	45,0
9.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	49,5
10.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	31,4
11.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	19,6
12.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	18,6
13.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	16,6
14.	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	14,1

[a] L'ordre des objectifs est le même qu'au tableau III.1.
[b] Pourcentage des enseignants qui estiment leur enseignement plutôt ou très efficace

Efficacité de l'enseignement : analyse par niveau d'enseignement

Cette question présentait aux enseignants la même énumération d'objectifs qu'auparavant et leur demandait : « Dans quelle mesure estimez-vous que votre enseignement permet aux élèves d'atteindre les objectifs suivants? » Les professeurs étaient priés de répondre d'après une échelle en quatre points, allant de « très inefficace » à « très efficace ». Ils pouvaient aussi indiquer qu'ils n'avaient pas cherché à atteindre un objectif donné. Aux tableaux III.5, III.6 et III.7, le nombre total d'enseignants répondant 3 (plutôt efficace) et 4 (très efficace) à chaque objectif est inscrit comme proportion du nombre total de répondants. Les objectifs y sont présentés, respectivement, dans le même ordre que celui des tableaux III.1, III.2 et III.3.

Niveau primaire

Règle générale, les enseignants estiment que les objectifs qu'ils tiennent pour les plus importants sont aussi ceux que leur enseignement atteint avec le plus d'efficacité. Le seul objectif des deux premières grappes (objectifs 1 à 9) que la majorité des enseignants considère ne pas avoir atteint avec succès est celui qui porte sur les besoins et les aspirations *communs* aux hommes et aux femmes. Une proportion importante des enseignants ne tente pas d'atteindre la plupart des objectifs de la troisième grappe.

1er cycle du secondaire

Au niveau du 1er cycle du secondaire, l'évaluation par les professeurs de leur efficacité par rapport à un objectif est, encore une fois, très semblable à leur évaluation de l'importance qu'ils lui accordent. L'exception la plus marquante est l'objectif touchant la science et la société : 88,4 % des enseignants le considèrent comme un objectif important, mais seulement 64,9 % estiment que leur enseignement l'atteint efficacement. Par contre, l'objectif de la « connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique » est coté hautement à l'échelle de l'efficacité.

2e cycle du secondaire

On peut aussi constater au niveau du 2e cycle du secondaire le même rapport étroit entre les évaluations de l'importance et celles de l'efficacité. Encore une fois, l'objectif de la science et de la société est jugé important par une forte proportion (87,9 %), mais considéré comme atteint efficacement par une proportion beaucoup plus faible (69,3 %). Il en va de même pour l'objectif de « l'acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique » (importance – 89,2 %; efficacité de l'enseignement – 67,6 %) et pour celui de « l'établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde » (importance – 86,9 %; efficacité de l'enseignement – 71,2 %). Ces évaluations viennent étayer la préoccupation de l'auteur

au sujet du nombre d'objectifs dont on peut, de façon réaliste, attendre la réalisation dans le cadre d'un programme de science.

Enfin, il faut se demander si les enseignants peuvent faire une évaluation précise de l'efficacité de leur propre enseignement. Plusieurs provinces étant à mettre en oeuvre des systèmes plus perfectionnés d'évaluation de l'apprentissage, il sera peut-être possible « d'évaluer les évaluations » des enseignants. Pour le moment, nous nous contenterons de ces dernières.

Il existe de nombreuses raisons pour lesquelles des objectifs, considérés importants par les enseignants, n'en sont pas moins difficiles à atteindre dans la pratique. Les chapitres qui suivent examinent quelques-uns des obstacles possibles à la réalisation d'objectifs pédagogiques par les professeurs.

Tableau III.6 - Efficacité de l'enseignement : 1er cycle du secondaire

Objectif[a]		Évaluation[b]
1.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	86,0
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	88,7
3.	Acquisition d'aptitudes sociales	64,9
4.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	64,9
5.	Connaissance des applications pratiques des sciences	79,0
6.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	87,9
7.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde	76,8
8.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique	71,0
9.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	51,5
10.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	52,2
11.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	38,8
12.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	28,2
13.	Connaissance de la nature des activités de technicien et de l'ingénieur et des techniques qu'ils utilisent	26,5
14.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	35,8

[a] L'ordre des objectifs est le même qu'au tableau III.2.
[b] Proportion des enseignants qui estiment leur enseignement plutôt ou très efficace

Tableau III.7 - Efficacité de l'enseignement : 2e cycle du secondaire

Objectif[a]		Évaluation[b]
1.	Connaissance des faits, des concepts et des lois du domaine scientifique	96,1
2.	Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche	89,3
3.	Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique	83,7
4.	Connaissance des applications pratiques des sciences	79,7
5.	Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique	67,6
6.	Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	69,3
7.	Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du monde	71,2
8.	Acquisition d'aptitudes sociales	77,5
9.	Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	66,3
10.	Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	47,7
11.	Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations autant des femmes que des hommes	46,2
12.	Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	39,2
13.	Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	27,9
14.	Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	46,0

[a] L'ordre des objectifs est le même qu'au tableau III.3.
[b] Pourcentage des enseignants qui estiment leur enseignement plutôt ou très efficace

IV. Les contextes d'exercice de l'enseignement des sciences

La réalisation ou la non-réalisation d'un objectif particulier de l'enseignement des sciences tient dans une large mesure à l'importance que les enseignants attribuent à cet objectif. Cependant, d'autres facteurs peuvent aussi exercer une certaine influence. La présence d'outils didactiques convenables (tant pour le maître que pour l'élève, qu'il s'agisse de manuels, de logiciels ou de magazines), la spécificité de la formation de l'enseignant pour les tâches pédagogiques précises qui sont exigées, la motivation et les aptitudes des élèves, les installations et le matériel dont on dispose, l'organisation administrative de l'école (exemple : la tâche d'enseignement et le nombre d'élèves par classe), et la solidité du soutien professionnel (exemple : le directeur de l'école) et communautaire (exemple : les parents) à l'égard de l'enseignement des sciences sont tous des éléments qui entrent en jeu, et n'importe lequel d'entre eux peut dans la pratique faire obstacle à la réalisation d'un objectif particulier, aussi souhaitable qu'il soit en principe. Compte tenu de cette réalité bien établie par la recherche en éducation, on pourrait se demander comment on parvient à atteindre *quelque objectif que ce soit*. Or, certains objectifs sont bel et bien atteints et les écoles réussissent effectivement à faire apprendre quelque chose aux élèves. Toutefois, il serait puéril de s'attendre à des changements réels dans l'ensemble des objectifs de l'enseignement des sciences ou dans leur importance relative, sans tenir compte d'éléments tels ceux énumérés ci-haut. C'est pourquoi cette étude doit réunir le plus d'information possible sur ces facteurs contextuels, si l'on veut qu'elle éclaire les débats sur les changements d'orientation de l'enseignement des sciences.

Nous avons recueilli de l'information sur six facteurs lors de l'enquête faite auprès des enseignants; trois de ces domaines font l'objet du présent

chapitre et les trois autres, l'objet du chapitre suivant :

- moyens didactiques (tableaux IV.2 à IV.6);
- formation et expérience acquises par l'enseignant (surtout en cours d'emploi) (tableaux IV.7 à IV.10);
- aptitudes et motivation des élèves (tableaux IV.11 à IV.15).

Les éléments examinés dans le présent chapitre touchent directement l'essence de l'interaction pédagogique de l'enseignant avec ses élèves.

Le chapitre V examine trois autres facteurs un peu à l'arrière-plan de l'acte propre d'enseigner, mais non moins importants : les installations et le matériel dont on dispose, l'organisation administrative de l'école (exemple : nombre d'élèves par classe et grille-horaire), et l'importance du soutien apporté à l'enseignement des sciences par la collectivité et par les responsables. Toutefois, il nous fallait d'abord avoir la certitude que ces six facteurs étaient tous, de l'avis des enseignants, pertinents à l'égard de la réalisation des objectifs. Le tableau IV.1 présente leurs réponses à cette question et révèle que les six facteurs sont tous, à des degrés différents selon les niveaux d'enseignement, importants aux yeux des enseignants. Aux niveaux de l'enseignement primaire et du 1er cycle du secondaire, les facteurs des installations matérielles et de l'organisation administrative de l'école préoccupent la plupart des enseignants. Au niveau du 2e cycle du secondaire, ce sont les aptitudes et la motivation des élèves que l'on cite le plus souvent comme importantes. Cependant, il est nettement justifié d'examiner plus à fond chacun de ces six domaines.

Tableau IV.1 - Obstacles à la réalisation des objectifs

Facteurs représentant des obstacles possibles	Pourcentage des enseignants pour lesquels divers facteurs représentent des obstacles assez ou très importants à la réalisation de leurs objectifs		
	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Moyens pédagogiques	58,5	61,8	57,4
Formation et expérience de l'enseignant	62,8	50,0	41,8
Aptitudes et motivation des élèves	67,2	74,4	77,0
Installations et matériel	75,3	73,2	61,1
Dispositions administratives de l'école (exemple : nombre d'élèves par classe)	78,1	77,3	74,6
Soutien de la collectivité et des responsables	47,0	50,9	46,1

Observation
Dans une certaine mesure, tous les facteurs représentent des obstacles à la réalisation des objectifs. Ce qui importe le plus pour les enseignants, ce sont les dispositions administratives de l'école; ce qui les préoccupe le moins, c'est le soutien de la collectivité et des responsables.

Moyens didactiques

Cinq questions de l'enquête portaient sur les moyens didactiques et l'élaboration des programmes d'étude; les résultats de ces questions figurent aux tableaux IV.2 à IV.6.

Les enseignants utilisent des moyens didactiques pour préparer leurs cours; le tableau IV.2 fait voir de quelle façon les enseignants apprécient ces divers moyens. Chose intéressante à noter : les manuels - tant ceux approuvés (par le ministère) que d'autres - sont un moyen de premier ordre pour 3 enseignants sur 4. Les bibliothèques scolaires sont cotées comme importantes par plus de 80 % des enseignants du primaire. Chose étonnante peut-être, les directives ministérielles elles-mêmes, quoiqu'elles forment le fondement essentiel du programme, ne sont pas utilisées comme l'un des premiers moyens de préparation par une forte proportion des enseignants. Il y a aussi lieu de remarquer que les enseignants utilisent rarement

Tableau IV.2 - Moyens servant à la préparation des cours

Moyens	Proportion des enseignants tenant pour assez ou très importants divers moyens servant à la préparation de leurs cours (dans l'ordre)		
	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Programmes officiels	50,4 (8)	56,1 (8)	48,0 (7)
Guides pédagogiques du ministère de l'Éducation	48,0 (9)	43,3 (9)	31,0 (11)
Manuels scolaires agréés au niveau provincial	61,6 (4)	73,4 (3)	78,0 (2)
Autres manuels scientifiques	56,7 (6)	74,8 (1)	81,5 (1)
Textes didactiques commerciaux	65,4 (3)	59,4 (6)	50,4 (6)
Textes didactiques élaborés par mon école ou par ma commission scolaire	67,8 (2)	60,5 (5)	50,7 (5)
Textes didactiques d'associations d'enseignants	40,7 (11)	31,3 (11)	37,0 (9)
Textes didactiques (bibliothèque scolaire)	82,5 (1)	74,5 (2)	62,8 (4)
Publications des ministères	33,4 (12)	29,8 (12)	26,9 (12)
Magazines, revues, bulletins scientifiques	53,2 (7)	69,1 (4)	72,4 (3)
Moyens didactiques distribués gratuitement par l'industrie	42,6 (10)	40,4 (10)	32,4 (10)
Programmes (ou enregistrements) à la radio ou à la télévision	56,8 (5)	58,1 (7)	44,0 (8)
Programmes informatiques	9,8 (13)	11,6 (13)	14,1 (13)

Observation

Les manuels, agréés au niveau provincial ou autres, sont importants spécialement aux niveaux du 1er et du 2e cycle du secondaire. Les bibliothèques scolaires fournissent des moyens importants, surtout pour le niveau de l'enseignement primaire.

autre chose que du matériel strictement pédagogique. 72,4 % des enseignants du 2e cycle du secondaire considèrent les magazines, revues, bulletins, etc. traitant des sciences comme d'importantes ressources. Mais les répondants ont vraisemblablement interprété cette catégorie comme embrassant les revues et journaux traitant de *l'enseignement* des sciences aussi bien que les périodiques scientifiques.

Une série de questions portaient sur les manuels utilisés par les élèves. Aux niveaux des 1er et 2e cycles du secondaire, un grand nombre de répondants ont signalé que leurs élèves utilisent des manuels (tableau IV.3) et que, règle générale, ces manuels sont satisfaisants (tableau IV.4). Ces évaluations se fondaient sur un certain nombre de critères précis et portaient sur des manuels signalés par les répondants*.

Tableau IV.3 – Utilisation des manuels par les élèves

Pourcentage des enseignants dont les élèves utilisent un manuel de science

Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
37,6	70,9	89,6

Observation
Au niveau des 1er et 2e cycles du secondaire, le manuel reste très important. Quant à l'enseignement primaire, il y a beaucoup de variation entre les provinces (de 7,1 % à 95 % d'utilisation).

Deux dernières questions de la présente section ont trait aux méthodes employées pour l'élaboration des programmes d'étude. Il semble, d'après les tableaux IV.5 et IV.6, qu'aux yeux des enseignants, ce travail d'élaboration soit accompli de la façon la plus satisfaisante par les ministères de l'Éducation ou par des comités d'enseignants au niveau de la commission scolaire. Cette répartition des tâches traduit essentiellement la situation actuelle, où les commissions scolaires sont chargées officiellement de donner suite aux directives ministérielles. Cependant, seuls quelques-uns sont d'avis que la sélection des manuels est une tâche dont les ministères de l'Éducation peuvent s'acquitter convenablement. Enfin, la plupart des enseignants déclarent n'avoir pas eu l'occasion de participer à des travaux d'élaboration de programmes d'étude au-delà du niveau de l'école.

Formation et expérience de l'enseignant : perfectionnement

Certains aspects de la formation et de l'expérience des enseignants en sciences ont été traités dans le chapitre II. Il est question ici d'un domaine précis, qui revêt une importance particulière si l'on songe à modifier les programmes scientifiques : la formation en cours d'emploi (perfectionnement ou recyclage). Les tableaux IV.7 à IV.10 font état des évaluations des enseignants sur l'efficacité des programmes de perfectionnement en

*Dans le présent volume, seules les évaluations de portée générale par les professeurs font l'objet de rapports. Des évaluations détaillées font l'objet de rapports inclus dans le volume I.

Tableau IV.4 - Évaluation des manuels par les enseignants[a]

Critère	Pourcentage des enseignants qui tiennent pour plutôt ou très satisfaisant le manuel le plus souvent utilisé par les élèves en fonction de chacun des critères ci-dessous		
	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	84,4	78,8	83,3
Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	78,0	73,5	75,8
Facilité de lecture par les élèves	72,7	75,1	73,7
Illustrations, photographies, etc.	85,2	79,6	77,4
Activités proposées	76,9	69,6	55,7
Exemples canadiens	56,1	49,8	28,8
Descriptions des applications des sciences	65,3	56,7	45,0
Adaptation à l'élève peu doué	46,0	30,5	25,7
Adaptation à l'élève brillant	78,5	72,4	79,5
Renvois à d'autres ouvrages pertinents	49,4	38,7	46,3
Impression générale donnée	76,0	75,1	74,9
(N)[b]	(722)	(890)	(882)

[a] Il s'agit d'évaluations de manuels précis signalés par les répondants. Ce tableau donne une idée générale du degré de satisfaction des enseignants à l'égard des manuels que leurs élèves utilisent; voir le volume I, chapitre VI pour les évaluations de manuels particuliers.

[b] Seuls ont répondu à cette question ceux qui à la question précédente avaient signalé un manuel. En outre, il y avait eu une erreur typographique dans le questionnaire, ce qui fait que beaucoup n'ont pas donné de réponse.

Observation
Règle générale, les manuels sont considérés comme satisfaisants, sauf pour les élèves peu doués.

Tableau IV.5 - Responsabilité de l'élaboration du programme d'études scientifiques[a]

Opinion des enseignants des trois niveaux sur les organismes les plus en mesure d'assumer la responsabilité des divers travaux d'élaboration du programme d'études scientifiques

Organisme	Définition des objectifs et buts d'ensemble			Sélection des manuels			Préparation des guides pédagogiques		
	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Ministère de l'Éducation	38,1	48,8	47,9	8,5	8,3	14,5	11,1	10,6	18,8
Responsables des commissions scolaires	7,1	2,0	1,8	5,9	8,5	1,3	6,7	1,4	1,6
Comité d'enseignants auprès des commissions scolaires	37,0	35,0	35,8	51,1	43,5	44,2	50,0	49,9	41,9
Groupement d'écoles	10,0	5,7	5,9	11,3	8,8	7,8	12,5	5,6	6,2
Écoles individuelles	1,6	1,9	2,0	10,4	13,9	13,2	5,2	7,6	10,2
Enseignants individuels	3,9	3,2	5,1	9,3	13,5	17,3	11,2	21,1	19,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Peu d'enseignants sont d'avis que les ministères de l'Éducation devraient choisir les manuels.

Tableau IV.6 - Participation des enseignants à l'élaboration des programmes de sciences[a]

Organisme	Degré de participation des enseignants des trois niveaux aux travaux de planification et d'élaboration des programmes de sciences à différents niveaux au cours des dernières années								
	Aucune occasion			À l'occasion			Fréquemment		
	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
École	51,0	28,6	27,9	26,2	24,1	26,2	20,7	44,7	44,6
Commission scolaire	79,5	67,7	59,2	15,1	23,7	30,6	2,5	6,0	8,3
Ministère de l'Éducation	92,7	88,8	79,7	2,7	6,3	13,8	1,2	2,3	4,6
Association d'enseignants	87,1	79,7	77,2	8,8	15,7	17,3	1,3	2,0	3,6
Autre niveau	83,8	82,2	80,0	6,4	7,5	8,9	2,7	3,5	3,8

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Hors de leur propre école, la plupart des enseignants ne participent pas aux travaux d'élaboration des programmes de sciences.

vigueur, de la volonté des enseignants de participer à des ateliers, de leur avis sur l'étendue du perfectionnement dont ils ont besoin et sur la valeur d'expériences variées reliées au perfectionnement.

La possibilité de réorienter le système d'enseignement des sciences vers de nouveaux objectifs tient dans une large mesure à la possibilité qu'il présente d'assurer un perfectionnement utile et efficace en cours d'emploi à des effectifs d'enseignants qui, ainsi qu'il a été signalé au chapitre II, sont d'âge mûr et expérimentés. Le tableau IV.7 révèle, néanmoins, que les enseignants ne jugent pas très efficaces les programmes actuels de perfectionnement. La plupart d'entre eux sont disposés à participer à des ateliers (tableau IV.8) et estiment que, quantitativement, le perfectionnement actuel est à peu près ce qu'il faut (tableau IV.9). Il faut ici tenir compte du fait que, selon les différentes étapes de leur carrière, les enseignants ont des besoins plus ou moins grands en cette matière. Le tableau IV.10 fait état de ce que les enseignants pensent de l'utilité de certaines activités précises reliées au perfectionnement. À tous les niveaux, l'interaction des enseignants en sciences entre eux est hautement cotée. De nombreux professeurs du 2e cycle du secondaire estiment grandement l'utilité des cours de sciences donnés à l'université. Un grand nombre d'enseignants,

Tableau IV.7 - Efficacité du perfectionnement[a]

Comment les enseignants évaluent le programme de perfectionnement dans leur école ou leur commission scolaire

Évaluation	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Inexistant	34,7	29,0	38,7
Totalement ou plutôt inefficace	32,4	34,3	39,5
Assez ou très efficace	27,9	33,5	19,6

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Deux enseignants sur trois au moins estiment que leur programme de perfectionnement est inexistant ou inefficace.

Tableau IV.8 - Participation des enseignants au perfectionnement

	Pourcentage des enseignants qui ont indiqué qu'ils participeraient (probablement ou assurément) à un atelier de perfectionnement en deux circonstances précises		
Circonstance	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Durant les heures de classe s'il est libéré pour la durée de l'atelier	90,8	96,2	95,7
À un moment convenable en dehors des heures de classe	73,9	77,9	77,8

Observation
Trois enseignants sur quatre sont disposés à participer à des ateliers de perfectionnement pendant ou en dehors des heures de classe.

Tableau IV.9 – Temps à consacrer au perfectionnement des enseignants[a]

Temps de perfectionnement que les enseignants estiment indispensable chaque année pour maintenir la qualité de leur enseignement en sciences

Temps	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Aucun	4,6	7,3	9,8
3 à 5 heures	30,6	12,3	17,1
5 à 20 heures	49,3	64,0	52,0
Un cours intensif de recyclage	10,8	12,0	10,4
Une année complète sans enseigner	2,4	3,7	9,5

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Aux yeux de la plupart, les dispositions actuelles de perfectionnement — 5 à 20 heures par année pour la plupart des enseignants — sont suffisantes.

particulièrement au niveau primaire, déclarent n'avoir vécu aucune des nombreuses activités reliées au perfectionnement. Par exemple, 71,1 % des enseignants de ce niveau déclarent n'avoir jamais assisté à une conférence ou une réunion organisée par une association de professeurs de sciences. Cette situation résulte peut-être de l'accent que de telles associations ont de tout temps mis sur l'enseignement secondaire, et aussi de la nécessité pour les enseignants du niveau primaire de se tenir à jour dans plusieurs matières d'enseignement.

Aptitudes et motivation des élèves

Si les élèves ne sont pas disposés à apprendre ce qui leur est enseigné ou en sont incapables, rien au monde ne peut rendre efficace un programme d'études par ailleurs bien planifié et exécuté. Comme notre entente originelle avec les ministres de l'Éducation excluait toute évaluation directe des aptitudes et des attitudes des élèves, nous avons dû procéder indirectement, c'est-à-dire nous fier à l'évaluation de ces facteurs par les enseignants. Les tableaux IV.11 à IV.14 en analysent les résultats et le tableau IV.15 fait état des évaluations des enseignants touchant les activités parascolaires des élèves dans le domaine scientifique.

S'il faut en croire la grande majorité des enseignants, les élèves sont à la fois capables et bien motivés pour entreprendre des cours de sciences. Les filles et les garçons sont également aptes, d'après les enseignants, mais leurs motivations varient passablement, certains répondants considérant comme plus motivés les garçons (au niveau primaire) et les filles (au niveau du 2e cycle du secondaire). Ces perceptions semblent se rattacher au sexe du répondant, quoique ce ne soit pas de façon systématique (tableau IV.14). Les élèves font aussi un certain apprentissage des sciences dans leurs activités parascolaires. Les enseignants sont d'avis qu'au niveau élémentaire, les musées constituent un bon moyen d'initier les élèves à la

Tableau IV.10 – Pertinence des activités reliées au perfectionnement[a]

Activité	Avis des enseignants sur les diverses activités reliées au perfectionnement en fonction de leur utilité pour l'enseignement des sciences								
	Totalement ou plutôt inutile			Assez ou très utile			Aucune expérience		
	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Conversations avec d'autres professeurs de sciences	7,5	2,8	4,8	60,9	90,1	91,8	29,4	6,5	2,7
Conversations avec des professeurs en sciences de l'éducation	8,9	15,7	17,6	22,9	42,1	58,5	65,9	41,4	22,9
Conversations avec des scientifiques	6,9	13,0	10,3	9,0	35,5	44,6	81,8	50,5	44,2
Ateliers organisés par d'autres enseignants	5,3	5,1	12,7	61,2	76,3	75,0	31,5	17,9	11,5
Ateliers organisés par les commissions scolaires	8,8	16,1	31,2	52,6	54,6	41,5	36,5	28,4	26,3
Ateliers organisés par le corps enseignant des départements de sciences de l'éducation (université)	7,0	17,6	13,3	16,4	36,3	51,0	74,2	45,2	34,8
Ateliers organisés par des scientifiques	5,5	6,7	8,4	6,3	24,9	35,8	86,0	67,5	54,7
Ateliers organisés par les cadres du ministère de l'Éducation	5,3	15,7	19,1	18,9	28,7	31,4	72,7	54,1	48,2
Cours universitaires de sciences	13,2	13,5	5,8	28,3	59,2	82,0	54,5	25,6	11,1
Cours universitaires d'enseignement des sciences	12,5	18,9	20,8	34,6	50,8	56,7	49,5	28,7	21,0
Visites dans les classes de collègues enseignants	4,3	5,6	12,7	53,3	66,1	60,0	38,9	26,4	26,0
Colloques, congrès ou conférences organisés par une association de professeurs de sciences	3,7	9,5	9,3	21,6	54,9	72,9	71,1	32,4	16,5
Visites d'entreprises industrielles	4,5	14,0	13,1	32,5	45,9	56,7	59,5	36,8	28,9
Visites ou conférences de cadres de l'industrie	5,1	14,1	16,2	12,0	19,5	28,9	79,1	63,1	53,7

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Les enseignants croient qu'ils apprennent davantage d'autres collègues enseignants.

science. Ils sont également, de concert avec les expositions scientifiques, une importante source d'information pour les étudiants du 1er cycle du secondaire.

Tableau IV.11 – Attitudes de la majorité des élèves vis-à-vis de l'enseignement des sciences, telles que perçues par les enseignants[a]

Attitude des élèves	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Préféreraient abandonner les cours de science	0,1	0,8	0,1
Sont indifférents	9,6	15,1	15,4
Sont plutôt motivés	67,1	68,8	75,1
Sont très motivés	21,6	13,0	8,7

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Quatre enseignants sur cinq jugent les élèves bien motivés à l'égard de la science.

Tableau IV.12 – Formation antérieure et aptitudes des élèves (concernant les cours de sciences) telles que perçues par les enseignants[a]

Préparation et aptitudes de l'élève	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Totalement insuffisantes	2,0	4,7	2,0
Plutôt insuffisantes	23,2	26,5	19,1
Plutôt suffisantes	62,1	60,9	70,9
Totalement suffisantes	8,6	5,5	6,7

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Deux enseignants sur trois estiment leurs élèves aptes à entreprendre des cours de sciences.

Tableau IV.13 – Différences d'attitudes et d'aptitudes des garçons et des filles (concernant les cours de sciences) telles que perçues par les enseignants[a]

Perception des enseignants	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Intérêt			
-Les filles sont plus motivées que les garçons	3,1	12,2	21,6
-Je ne vois aucune différence de motivation	83,6	70,4	68,1
-Les garçons sont plus motivés que les filles	11,3	14,1	8,1
Aptitudes			
-Les filles montrent de plus grandes aptitudes que les garçons	4,9	6,0	6,6
-Je ne vois aucune différence d'aptitudes	87,2	85,6	82,4
-Les garçons montrent de plus grandes aptitudes que les filles	4,2	2,9	7,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation

1. La plupart des enseignants ne voient aucune différence d'intérêt ou d'aptitudes entre les garçons et les filles.
2. Les enseignants qui perçoivent une différence d'aptitudes affirment que les garçons sont plus motivés au niveau primaire tandis que les filles sont plus motivées au niveau du 2e cycle du secondaire.

Tableau IV.14 - Différences dans la perception des attitudes et des aptitudes des garçons et des filles selon le sexe du répondant[a]

	Primaire		Secondaire 1er cycle		Secondaire 2e cycle	
Perception des enseignants	H	F	H	F	H	F
Intérêt						
-Les filles sont plus motivées que les garçons	4,1	2,9	12,1	13,7	22,5	14,1
-Je ne vois aucune différence de motivation	77,1	87,3	75,8	65,9	66,4	80,3
-Les garçons sont plus motivés que les filles	18,6	9,6	12,0	20,2	10,9	5,4
-(N)	(410)	(1 256)	(1 047)	(271)	(996)	(135)
Aptitudes						
-Les filles montrent de plus grandes aptitudes que les garçons	5,6	4,9	7,1	4,5	6,3	10,1
-Je ne vois aucune différence d'aptitudes	84,6	92,2	89,4	93,1	85,2	84,1
-Les garçons montrent de plus grandes aptitudes que les filles	9,6	2,8	3,4	2,2	8,4	5,7
-(N)	(403)	(1 227)	(1 014)	(264)	(980)	(135)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Tableau IV.15 – Estimation, par les enseignants, du pourcentage des élèves des trois niveaux participant aux diverses activités parascolaires reliées aux sciences[a]

Activité	Très peu			Environ la moitié			Beaucoup			Je ne sais pas		
	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Présentation à une exposition scientifique	44,4	56,6	78,9	4,0	2,1	2,4	8,8	22,3	4,3	36,4	17,9	12,7
Appartenance à un club de jeunes scientifiques	45,5	60,7	79,5	0,7	3,8	1,2	0,2	0,6	0,3	46,4	31,8	17,4
Visite d'un musée ou d'un centre scientifique au cours de l'année écoulée	33,2	35,7	43,5	13,7	11,8	16,5	17,9	21,8	10,3	30,4	27,8	28,0
Lecture régulière d'un ouvrage ou d'une revue de vulgarisation scientifique	43,9	50,9	48,3	11,0	14,7	17,1	5,2	5,5	5,0	34,4	26,1	28,4
Observation régulière d'une émission télévisée de vulgarisation scientifique (ou écoute d'une émission scientifique radiodiffusée)	32,1	30,6	32,6	17,0	27,3	26,2	9,6	15,7	10,3	36,3	23,5	29,1
Passe-temps favori dans un domaine scientifique	43,1	57,2	61,5	6,1	7,8	5,5	0,4	0,8	0,8	44,9	31,2	31,0

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Fait étonnant, une grande proportion d'enseignants du niveau primaire (environ un sur trois) ne connaissent pas les intérêts de leurs élèves à l'égard des sciences.

V. Les dimensions physique, administrative et sociale de l'enseignement des sciences

L'efficacité de l'enseignement des sciences ne tient pas seulement à l'harmonisation des objectifs des enseignants, des élèves et du programme, mais aussi à d'autres éléments qui sont généralement indépendants de la volonté des professeurs. Le présent chapitre porte sur trois éléments de ce genre :

- installations matérielles (tableaux V.1 à V.3);
- dispositions administratives de l'école (tableaux V.4 à V.8);
- soutien accordé à l'enseignement des sciences (tableaux V.9 à V.13).

Installations matérielles

Pour enseigner efficacement les sciences, il est nécessaire de disposer d'installations et d'équipements particuliers. Chaque cours a évidemment ses exigences propres, qui varient selon son contenu et le niveau scolaire. Pour nous renseigner sur les installations et le matériel dont les professeurs disposent actuellement et sur ce qu'ils en pensent, plusieurs questions à ce sujet figuraient dans le questionnaire, dont les tableaux V.1, V.2 et V.3 présentent les résultats.

Ces données révèlent que dans l'enseignement primaire, comme on pouvait s'y attendre, la plus grande partie du programme de sciences s'enseigne dans une classe ordinaire, qu'il n'y a ordinairement pas assez de matériel pour la participation active des élèves et que plus de la moitié des enseignants jugent la situation médiocre ou très médiocre. Par contre, au 2e cycle du secondaire, 3 enseignants sur 4 disposent d'un laboratoire ordinaire outillé pour permettre aux élèves de faire des expériences et jugent

bonne ou excellente la qualité aussi bien du laboratoire que du matériel. Au 1er cycle du secondaire, la situation montre beaucoup plus de variété, encore que les enseignants cotent la qualité presque aussi haut que ceux du 2e cycle.

Dispositions administratives

Les enseignants en sciences oeuvrent dans des écoles où les horaires et les classes sont conçus, non pas pour permettre le seul enseignement des sciences, mais pour tenir compte de nombreuses autres matières et considérations. Reste que le temps accordé à l'enseignement des sciences semble indiquer que ces disciplines sont traitées aussi bien ou mieux que les autres matières du programme d'étude (voir les tableaux V.4 à V.8).

Tableau V.1 - Installations pour l'enseignement des sciences[a]

Installation	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Un laboratoire ou une classe-laboratoire	1,3	41,9	74,2
Une salle de classe avec accès occasionnel à un laboratoire	7,4	18,0	21,5
Une salle de classe équipée seulement pour des démonstrations	11,2	15,3	1,8
Une salle de classe sans équipement spécifique pour l'enseignement des sciences	78,9	24,1	1,9

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Figure V.1 - Installations pour l'enseignement des sciences

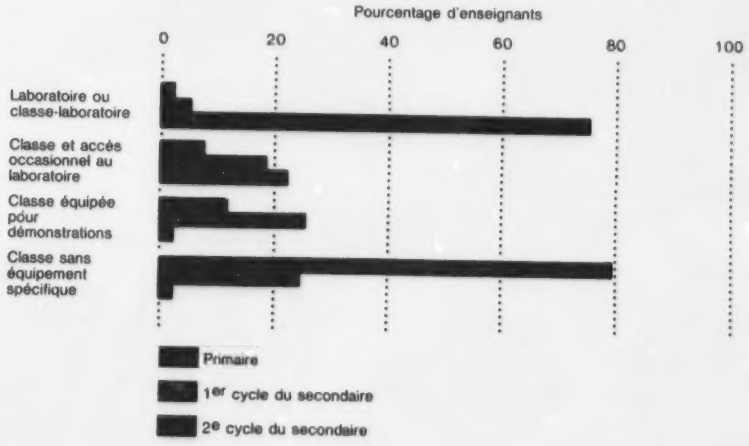


Tableau V.2 - Matériel et fournitures pour l'enseignement des sciences[a]

Situation[b]	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Mes élèves disposent d'un appareillage abondant	15,4	51,4	68,5
Mes élèves disposent d'un appareillage peu coûteux, provenant des dons, ou démodé	16,9	22,9	14,3
Mes élèves ne disposent pratiquement d'aucun matériel	29,9	10,0	1,8
Je dispose d'un matériel convenant aux démonstrations	41,5	49,0	50,4
Il n'y a pratiquement pas de matériel scientifique	18,7	7,0	2,0
Nous disposons de quantités suffisantes de fournitures à renouveler	16,3	49,9	61,8
Nous avons accès à un ordinateur	2,9	16,4	26,8
Nous disposons d'un appareillage audio-visuel adéquat	34,6	52,9	58,6

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.
[b] Les répondants étaient priés d'indiquer tout ce qui s'appliquait; c'est pourquoi le total des colonnes ne donne pas 100 %.

Tableau V.3 - Qualité des installations et du matériel[a]

Évaluation des enseignants	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Très suffisante	18,2	10,3	3,0
Insuffisante	40,5	21,9	14,9
Bonne	37,1	54,1	58,8
Excellente	2,3	12,7	22,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
D'après la plupart des enseignants, la qualité des installations et du matériel pour l'enseignement des sciences au primaire est insuffisante. Au niveau du 1er cycle du secondaire, un enseignant sur trois est du même avis.

Tableau V.4 - Matières enseignées : (1) Tous les enseignants[a]

Matières	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Sciences seulement	0,7	32,6	65,7
Sciences et mathématiques	2,4	14,8	21,9
Toute une série de matières	95,2	51,8	10,9

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Les tableaux V.4 et V.5 portent sur la gamme des matières enseignées. Pour les enseignants du niveau primaire, les sciences sont une matière à enseigner parmi tant d'autres, alors qu'au niveau du 2e cycle du secondaire, les enseignants tendent à se spécialiser dans les matières scientifiques. Le tableau V.5 fait voir les *proportions* des enseignants des deux sexes qui enseignent chacune des matières scientifiques. Quoiqu'une plus forte proportion de femmes enseignent la biologie plutôt que, disons, la physique, il y a lieu de signaler que le rapport global de 7 à 1 des enseignants et des enseignantes veut dire que, dans l'absolu, on compte beaucoup plus d'hommes que de femmes qui enseignent la biologie.

Le tableau V.6 fait état du nombre d'années et de classes différentes dont chaque enseignant a la charge. Ceux du primaire tendent à avoir la charge d'une seule classe et d'une seule année, alors que ceux du 2e cycle

Tableau V.5 – Matières enseignées : (2) Enseignants du 2e cycle, selon le sexe[a]

Matière principale	2e cycle du secondaire		
	Hommes	Femmes	Total
Biologie	25,8	39,5	26,3
Chimie	32,7	34,0	32,6
Physique	26,0	14,1	23,4
Sciences de la terre	0,9	0,7	0,8
Autres matières scientifiques	5,3	2,9	4,2
Matières non scientifiques	8,0	8,0	8,6
(N)	(987)	(135)	(1 122)

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Tableau V.6 – Tâche des enseignants selon le nombre d'années et de groupes d'élèves différents[a]

	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Nombre d'années (de degrés)			
-1 seulement	64,8	25,7	8,8
-2	23,2	30,3	32,6
-3	4,1	28,0	38,9
-Plus de 3	6,2	15,0	19,1
Nombre de groupes d'élèves			
-1 seulement	64,7	13,8	1,5
-2 ou 3	21,1	28,1	19,0
-Plus de 3	11,6	57,2	78,3

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

du secondaire enseignent à plusieurs classes et années différentes. D'après le tableau V.7, le nombre d'élèves par classe est assez uniforme, soit de 20 à 30, et le temps accordé à l'enseignement des sciences paraît juste à peu près suffisant (tableau V.8).

Tableau V.7 - Nombre moyen d'élèves par classe[a]

	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
20 ou moins	16,4	7,9	12,1
21 à 25	36,2	23,9	23,3
26 à 30	36,8	39,9	47,2
31 à 35	6,2	26,7	15,8
Plus de 35	1,4	0,4	0,6
Nombre moyen	25	27	27

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Tableau V.8 - Adéquation du temps réservé à l'enseignement des sciences, telle que perçue par les enseignants des trois niveaux[a]

	Par rapport à d'autres matières			En fonction du contenu du cours		
Évaluation des enseignants	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Insuffisant	17,8	19,6	19,0	31,2	32,0	31,9
Juste assez de temps	53,4	48,9	52,3	58,9	61,2	62,1
Très suffisant	26,9	30,6	27,3	7,0	5,0	4,5

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Tableau V.9 - Type de leadership existant aux niveaux de l'école et des commissions scolaires, tel que perçu par les enseignants[a]

	Niveau de l'école			Niveau de la commission scolaire		
Type de leadership	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Personne spécialement désignée	5,5	35,3	66,5	38,8	42,0	42,8
Groupe d'enseignants	10,9	9,9	7,2	8,4	11,1	7,9
Administrateurs	9,2	13,0	4,7	5,5	8,6	6,9
Aucune direction particulière	63,4	35,9	20,2	24,2	23,3	35,2
Ne sait pas	8,7	5,1	0,7	20,5	14,0	6,1

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Comparées entre elles par province, les données pour le niveau de la commission scolaire varient beaucoup.

Tableau V.10 - Opinion sur l'importance des sciences[a] (ce que les enseignants des trois niveaux pensent des opinions de divers administrateurs et membres de la communauté concernant les sciences, par rapport à d'autres matières figurant au programme d'études de l'école)

	Importance moindre			Importance égale			Plus grande importance			Ne sait pas		
	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.	P	1er c.	2e c.
Directeur de l'école	19,3	10,6	9,6	53,1	64,5	68,2	3,5	12,6	8,5	22,5	9,7	12,7
Cadres de la commission scolaire	18,4	12,7	12,3	41,1	51,5	54,2	3,4	1,5	2,7	35,1	31,4	29,8
Parents	31,4	18,9	9,7	29,8	46,8	47,8	2,2	9,2	13,1	34,7	22,2	28,4
Commissaires d'école	18,0	12,7	10,4	24,6	34,6	38,8	2,1	0,7	1,6	52,7	48,8	47,4

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Soutien accordé à l'enseignement des sciences

Les enseignants ne sont pas toujours les mieux placés pour évaluer le degré de soutien à l'enseignement des sciences qui existe dans d'autres parties du réseau général de l'enseignement. Nous n'en avons pas moins cherché à connaître leurs avis sur cette question et sur l'existence d'un « leadership » en enseignement des sciences aux niveaux de l'école et de la commission scolaire. Les tableaux V.9 et V.10 révèlent les résultats obtenus pour ces questions. Un dernier domaine d'intérêt pour l'étude se trouve dans les interactions qu'exercent l'un sur l'autre l'enseignement des sciences et l'industrie. Nombre d'enseignants (tableau V.11) n'ont jamais vécu d'expérience où l'industrie apportait sa contribution à l'enseignement des sciences (tableau V.11). Parmi ceux qui ont connu une telle expérience, peu semblent penser que les objectifs de l'industrie soient avant tout d'aider les écoles (tableau V.12). Malgré cela, une majorité écrasante est

Tableau V.11 – Expérience de la contribution de l'industrie à l'enseignement des sciences[a]

Expérience des enseignants[b]	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Fourniture de matériel didactique	19,8	29,4	35,6
Financement d'activités (expositions scientifiques, etc.)	2,7	8,5	15,8
Visites industrielles	23,0	35,1	44,0
Visites de cadres industriels à l'école	7,1	11,7	21,1
Information sur les carrières	6,1	25,1	41,2
Autres expériences	8,2	11,8	9,0
Aucune expérience vécue	60,8	40,9	31,1

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.
[b] Les répondants avaient été priés d'indiquer tout ce qui s'appliquait; c'est pourquoi le total des colonnes ne donne pas 100 %.

Tableau V.12 – Avantages de la participation de l'industrie à l'enseignement des sciences[a]

Avis des enseignants sur l'apport de l'industrie à l'enseignement des sciences	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Exclusivement dans l'intérêt de l'industrie	3,0	7,9	5,3
Le plus souvent dans l'intérêt de l'industrie	16,7	26,6	28,9
Aussi utile à l'industrie qu'à l'école	19,1	26,8	31,7
Conçue avant tout pour aider l'école	7,2	8,9	6,1
Je n'ai pas d'opinion à ce sujet	50,4	26,0	26,4

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

d'avis que l'industrie a un rôle à jouer dans l'enseignement des sciences (tableau V.13). C'est à ceux qui délibéreront que se pose le défi de trouver ce que ce rôle devrait être.

Tableau V.13 - Rôle de l'industrie dans l'enseignement des sciences[a]

Réponse à la question : "Croyez-vous que l'industrie devrait intervenir de quelque façon que ce soit dans l'enseignement des sciences?"

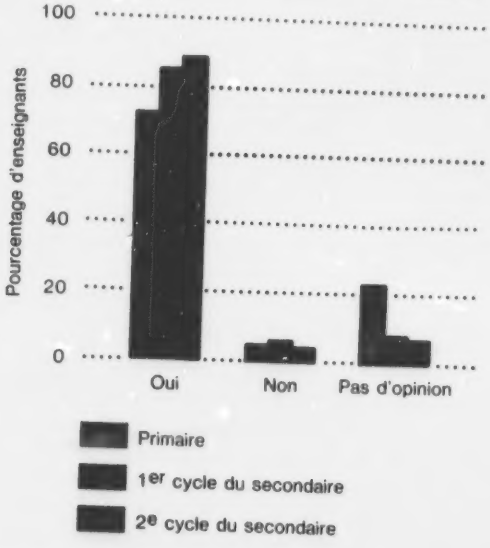
Réponse	Primaire	Secondaire 1er cycle	Secondaire 2e cycle
Oui	71,4	84,5	88,8
Non	3,7	5,6	3,9
Pas d'opinion	22,2	7,4	6,6

[a] Les statistiques sont données en pourcentage.

Observation
Quatre enseignants sur cinq approuvent l'engagement de l'industrie dans l'enseignement des sciences.

Figure V.2 - Le rôle de l'industrie dans l'enseignement des sciences

Réponse à la question : "Croyez-vous que l'industrie devrait intervenir de quelque façon que ce soit dans l'enseignement des sciences?"



VI. Conclusion : Questions soulevées par les données

À l'image des autres sections du rapport, l'enquête faite auprès des professeurs de science a soulevé autant des questions qu'elle a apporté de réponses. Ces questions, de concert avec les données obtenues grâce à l'enquête, ont alimenté les débats d'une série de conférences délibératives qui se sont tenues d'un bout à l'autre du Canada en 1982-1983.

Les participants à cette conférence ont abordé de nombreux problèmes d'intérêt particulier pour leur province ou leur territoire d'origine. Mais ils ont également été amenés à débattre des questions soulevées par les données nationales comprises dans le présent rapport. Ces questions, qui touchent l'ensemble des provinces et territoires, sont énumérées dans les pages qui suivent. Elles apparaissent dans le même ordre que dans les chapitres précédents.

Les enseignants en sciences

Tendances de l'âge des enseignants en sciences

Dans plusieurs provinces, les écoles connaissent le phénomène de la diminution des inscriptions résultant du passage de la vague démographique. Il en résulte directement, entre autres choses, que les systèmes scolaires ont, dans bien des endroits, non seulement cessé de recruter de nouveaux enseignants, mais encore ont été contraints de remercier de leurs services ceux qui figuraient déjà dans leurs effectifs. D'ordinaire, ce phénomène a touché les enseignants les plus jeunes (ou les moins anciens); c'est une des raisons qui expliquent l'absence relative de jeunes enseignants (tableau II.2) et l'effectif d'enseignants relativement expérimentés remarqué au tableau II.4. Cependant, il y a lieu de signaler plusieurs conséquences

troublantes de cette tendance. Les jeunes enseignants possèdent le niveau d'instruction le plus élevé (tableau II.9); on constate en outre un meilleur équilibre des sexes dans ce groupe (tableau II.5). Si l'on persiste à mettre à pied les enseignants de cette façon, quelles en seront les répercussions sur l'enseignement des sciences, surtout au niveau de l'enseignement primaire?

Formation initiale des enseignants

À supposer qu'il ne convienne pas d'attendre d'une personne qui n'a suivi aucun cours de sciences ou de mathématiques au niveau du deuxième cycle du secondaire qu'elle enseigne les sciences à quelque niveau que ce soit, les données présentées dans les tableaux II.10 et II.11 sont inquiétantes. Elles indiquent que plus de la moitié des enseignants du niveau primaire et plus d'un tiers des enseignants du 1er cycle du niveau secondaire n'ont jamais suivi de cours de mathématiques ou de sciences à l'université. Compte tenu de ces chiffres, quelles modifications devraient être apportées aux programmes de formation initiale des enseignants ou aux exigences de leurs attestations. Il va sans dire que, vu la diminution des inscriptions, toute modification ne touchera que le très petit nombre de nouveaux enseignants accédant à la profession chaque année. La mise à jour de la formation de ceux qui enseignent les sciences actuellement appartient au domaine du perfectionnement (voir plus loin).

Expérience dans un autre domaine que l'enseignement

Comme le montre le tableau II.13, de nombreux enseignants en sciences ont occupé des emplois dans le domaine scientifique. Si l'intérêt actuel pour les applications de la science, la relation entre science et société, et la technologie persiste, cette expérience pourrait s'avérer inestimable. Comment tenir compte de cette expérience et l'encourager pour ceux qui sont déjà des enseignants en sciences ou qui se proposent de le devenir? De plus, comment les enseignants peuvent-ils utiliser cette expérience comme moyen pédagogique pour le bien des élèves?

Les objectifs de l'enseignement des sciences

Le nombre, la variété et l'importance relative des objectifs

L'analyse des programmes officiels des provinces (volume I, chapitre V) a soulevé la question suivante : « Combien d'objectifs différents peut-on escompter de façon réaliste d'un programme d'études scientifiques? » Cette question est également pertinente ici. Ainsi que le révèlent les tableaux III.1, III.2 et III.3, les enseignants sont, semble-t-il, aussi enthousiastes que les ministères de l'Éducation pour viser un grand nombre d'objectifs variés. Dans le premier volume, nous avons soutenu que la preuve d'un engagement authentique face à l'atteinte d'un objectif parti-

culier consiste à se demander: « Quelle différence d'ordre pratique cela ferait-il pour l'enseignement actuel des sciences si chacun des objectifs était abandonné l'un après l'autre? » Les enseignants aussi bien que les ministères seraient peut-être bien avisés de se poser une telle question.

Modifications des objectifs de l'enseignement des sciences

L'enquête n'a pas demandé directement aux enseignants s'ils seraient disposés à accepter des modifications de l'importance relative des objectifs ou des lignes de force de leurs programmes de sciences. Toutefois, le fait que les objectifs tenus pour les plus importants soient aussi ceux qui sont signalés le plus fréquemment dans les programmes actuels permet de croire à une certaine réticence de la part des enseignants. Les auteurs des exposés à débattre du Conseil ont proposé d'autres objectifs, explicitement ou implicitement, auxquels n'adhèrent jusqu'à présent qu'un petit nombre d'enseignants. Cela peut vouloir dire plusieurs choses. Il se peut que les enseignants sachent mieux que tout autre ce qui est réalisable dans les écoles, les programmes actuels étant le reflet de ce jugement. D'autre part, il se peut que les critiques aient raison mais que, jusqu'à maintenant, ils n'aient pas convaincu les enseignants. Il n'y a guère à douter que ce que les enseignants estiment important exerce une grande influence, peut-être même l'influence déterminante, sur ce qui se passe réellement dans les classes. Manifestement, il faut que s'établissent dialogue et délibérations entre les responsables et les intéressés sur la question suivante, la plus cruciale de toutes. Parmi les objectifs de l'enseignement des sciences, quels sont les plus importants?

Évaluation de l'efficacité de l'enseignement des sciences

L'examen de l'efficacité de l'enseignement relativement à divers objectifs prête à la controverse et aux manoeuvres politiques. Bien entendu, la mesure de l'apprentissage comporte toutes sortes de difficultés techniques. Malgré cela, la plupart des enseignants, des administrateurs et des parents admettent qu'il est possible d'atteindre certains objectifs dans les écoles et qu'on les atteint effectivement. Ces dernières années, certaines provinces (notamment la Colombie-Britannique, l'Alberta et le Manitoba) ont établi des programmes d'évaluation visant à déterminer l'efficacité de réalisation de divers objectifs de l'enseignement des sciences. Nonobstant la controverse entourant de tels programmes, si nous avions une meilleure idée de ce que les écoles peuvent accomplir et de ce qu'elles accomplissent bien ou médiocrement, cela jetterait de la lumière et éclaircirait le débat sur les objectifs, les nouveaux comme les anciens. Grâce à cette information, les enseignants seraient à même de mieux évaluer la faisabilité de l'instauration de nouveaux objectifs ou, du moins, les stratégies nécessaires à leur adoption. Jusqu'à ce qu'on possède de telles données, nous devons nous baser sur les évaluations que les enseignants font de leur propre efficacité, tout en nous interrogeant sur la fiabilité de telles auto-évaluations.

La question d'introduire, de généraliser et d'améliorer les approches systématiques pour évaluer ce que les élèves apprennent doit faire l'objet de délibérations dans chaque province.

Le contexte de l'enseignement des sciences

Facteurs touchant l'efficacité de l'enseignement des sciences

Si les enseignants estiment difficile d'évaluer eux-mêmes l'efficacité de l'enseignement, il pourrait être encore plus difficile d'évaluer objectivement les facteurs qui influencent le plus fortement cette efficacité. Les facteurs tels que le nombre d'élèves par classe peuvent altérer l'ambiance de travail et ainsi amener l'enseignant à supposer que l'efficacité de son enseignement est réduite dans une mesure équivalente. Certains facteurs susceptibles d'avoir un effet sur le plaisir que les enseignants prennent à enseigner peuvent ne faire que peu ou pas de différence quant à la réalisation des objectifs par les élèves.Cet état de choses fait qu'il est difficile de savoir quels facteurs sont les plus décisifs à l'égard de l'efficacité de l'enseignement lorsque l'on envisage de modifier les objectifs. Faute de toute autre preuve, nous devons supposer que la totalité des six facteurs définis au tableau IV.1 sont, plus ou moins également, importants en ce qui a trait à l'efficacité des enseignants. Cependant, existe-t-il d'autres facteurs importants sur lesquels il faut posséder des données pour déterminer les coûts d'un changement d'orientation pédagogique?

Moyens didactiques

Les ressources pédagogiques, en particulier les manuels, suffisent-elles pour permettre d'atteindre les objectifs souhaités? Ou, pour exprimer cette question un peu différemment, quels nouveaux moyens didactiques faut-il pour permettre aux enseignants d'atteindre des objectifs que les moyens actuels ne permettent pas d'atteindre? Comment rendre plus accessibles aux enseignants les publications qui renferment de l'information utile (par exemple, les publications de divers ministères)? Comment l'informatique peut-elle être mise à profit pour augmenter les moyens didactiques à la disposition des enseignants? Les moyens ne manquent pas pour satisfaire à tous les besoins : le problème consiste à la mettre à la disposition des enseignants sous la forme qui convient, au moment voulu (et au prix juste). Comment résoudre ces problèmes?

Méthodes d'élaboration des programmes d'études scientifiques

Les méthodes actuelles d'élaboration des programmes d'étude qui sont avalisées par les enseignants permettront-elles l'élaboration de programmes comportant des objectifs différents ou faudra-t-il une méthode de distribution nouvelle et des personnes différentes pour que le changement se produise?

Perfectionnement
Comment rendre plus efficace le perfectionnement de sorte que les enseignants puissent continuer à aimer l'enseignement des sciences et maintenir et perfectionner leurs aptitudes à cette fin? Les données présentées dans ce rapport font penser que, sous sa forme actuelle, le perfectionnement n'est pas très efficace (tableau IV.7). Cette charge est-elle confiée à un trop grand nombre de groupes différents? Vise-t-elle trop d'objectifs à la fois? Bénéficie-t-elle de moyens suffisants?

Motivation et aptitudes des élèves
L'enseignement des sciences profite-t-il suffisamment de la motivation et des aptitudes de la totalité des élèves? Un nombre important d'enseignants ne sont pas au courant des activités parascolaires de nature scientifique qui intéressent leurs élèves. Comment peut-on mieux rattacher la science scolaire à celle qui intéresse les élèves hors de l'école?

L'enseignement des sciences pour les garçons et pour les filles
Que peuvent faire les enseignants pour s'assurer que les filles s'intéressent activement aux sciences? La plupart des enseignants ne voient pas de différences d'intérêt ou d'aptitudes entre les garçons et les filles (tableau IV.13). Reste que les filles continuent à « décrocher » des sciences à un rythme beaucoup plus rapide que les garçons. Que peut-on faire pour changer ce phénomène?

Les dimensions physique, administrative et sociale de l'enseignement des sciences

Installations et matériel
De quelles installations différentes a-t-on besoin pour réaliser les divers objectifs de l'enseignement des sciences? Il est évident que des laboratoires sont nécessaires si l'on veut que les élèves acquièrent toutes les compétences du scientifique. Cet objectif étant considéré comme important, il y a eu une action correspondante visant à aménager des laboratoires. Cependant, est-ce par le travail en laboratoire qu'on atteint le mieux les objectifs concernant l'articulation « science-société »? Si tel n'est pas le cas, quel genre d'installations faut-il? Autrement dit, si nous devions concevoir une école nouvelle munie des installations et du matériel convenant aux objectifs de l'enseignement des sciences des années 1980 et 1990, que pourrait bien contenir une telle école?

Dispositions administratives de l'école
Quelle place relative doit occuper la science (et la technologie) à chaque étape de la scolarité d'un élève?

La direction dans l'enseignement des sciences
Quel genre de « leadership » faut-il spécialement dans l'enseignement des sciences au primaire? Comment peut-on affecter les ressources (surtout les ressources humaines) de l'enseignement des sciences au secondaire pour aider et améliorer l'enseignement des sciences au premier cycle du secondaire et au primaire?

Opinions sur l'importance de la science
Les enseignants et les politiciens sont-ils suffisamment convaincus de l'importance des sciences dans l'éducation des élèves? S'ils ne le sont pas, comment peut-on les sensibiliser?

Engagement de l'industrie dans l'enseignement des sciences
Est-il possible que l'industrie s'engage davantage dans l'enseignement des sciences sans porter atteinte à l'intégrité des professeurs et à leur responsabilité envers les élèves?

Annexe A

Questionnaire et feuille-réponse

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA

ÉTUDE SUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES

Questionnaire pour les enseignants des niveaux primaire et secondaire

1er octobre 1981

Au professeur participant,

Le Conseil des sciences du Canada, dans le cadre de son étude sur l'orientation générale de l'enseignement des sciences dans les écoles primaires et secondaires canadiennes, vient solliciter votre collaboration en vous invitant à remplir le questionnaire que vous tenez entre les mains.

Pourquoi une enquête? Depuis quelques années, l'enseignement des sciences fait l'objet de critiques et de remises en question, qui ont soulevé l'inquiétude du Conseil. Celui-ci, en accord avec le Conseil des ministres de l'Éducation du Canada, a décidé de mieux connaître les problèmes de cet enseignement de façon à pouvoir émettre des recommandations quant à son avenir.

Dans cette optique, l'avis des enseignants — *votre avis* — nous est essentiel. En collaborant à notre enquête, vous nous permettrez de réunir des informations particulièrement utiles grâce auxquelles nous essaierons de répondre aux questions suivantes:

1. Quels sont les objectifs et les finalités de l'enseignement des sciences au Canada, tels que perçus par les enseignants?
2. Quels sont les problèmes rencontrés, dans la pratique, lorsqu'ils essayent d'atteindre ces objectifs?
3. Quels changements faut-il apporter à cet enseignement pour qu'il réponde aux besoins des Canadiens au cours des années à venir?

Votre école a été choisie au hasard pour participer à cette enquête; tous les professeurs dont l'enseignemen des sciences constitue tout ou partie de la tâche sont donc invités à remplir *individuellement* ce questionnaire.

Les programmes, ainsi que la terminologie administrative, varient grandement d'une province à l'autre. C'est ainsi que quelques questions pourront vous paraître ne pas s'appliquer exactement au contexte dans lequel vous enseignez. Néanmoins, essayez de répondre à chacune des questions aussi complétement que possible. Nous vous en remercions à l'avance.

Soulignons que vos réponses bénéficieront d'une confidentialité absolue et que le compte rendu de l'enquête ne mentionnera pas le nom des écoles participantes. Veuillez donc cacheter soigneusement l'enveloppe contenant la feuille-réponse remplie par vos soins avant de la rendre à la personne qui vous a remis ce questionnaire, au plus tard la semaine prochaine.

Merci encore pour votre aimable collaboration. Si vous désirez obtenir plus de précisions concernant l'Étude sur l'enseignement des sciences, veuillez vous adresser à notre Service des publications, 100, rue Metcalfe, Ottawa, qui vous fera parvenir gratuitement une série de publications sur le sujet.

Nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur, l'assurance de nos sentiments les meilleurs.

Graham W. F. Orpwood

Jean-P. Souque

Chargés du programme
Étude sur l'enseignement des sciences

Questionnaire pour les enseignants des niveaux primaire et secondaire

IMPORTANT: Pour répondre à chacune des questions, veuillez *encercler le chiffre* correspondant à votre réponse *sur la feuille-réponse fournie avec ce questionnaire.*

I RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

Les quelques renseignements vous concernant que nous vous demandons ici nous permettront de mieux comprendre vos opinions à propos des objectifs de l'enseignement des sciences et des difficultés qu'il pose, lesquels constituent l'objet principal du questionnaire.

1. L'enseignement des sciences fait-il partie de votre tâche?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse sur la feuille-réponse)

a. Oui 1

b. Non 2

Si vous avez répondu "Non", n'allez pas plus loin. Rendez ce questionnaire à la personne qui vous l'a remis. Nous vous remercions de votre collaboration.

Si vous avez répondu par l'affirmative, veuillez passer à la question suivante.

2. Pour les fins de notre étude, nous avons défini trois niveaux d'enseignement. A quel niveaux se situe actuellement *la plus grande partie* de votre enseignement scientifique? Veuillez n'identifier, en conséquence, qu'*un seul niveau.*

(encerclez le chiffre correspondant)

a. Primaire / Élémentaire
(jusqu'à la 6e année; en Colombie-Britannique et au Yukon: jusqu'à la 7e année) 1

b. Premier cycle du secondaire
(Nouveau-Brunswick: intermédiaire, de la 7e à la 9e année; Québec: secondaire 1,2 et 3; Ontario: de la 7e à la 10e année; C.-B. et Yukon: de la 8e à la 10e année; ailleurs au Canada: de la 7e à la 9e année) 2

c. Second cycle du secondaire
(Nouveau-Brunswick: secondaire, de la 10e à la 12e année; Québec: secondaire 4 et 5; Ontario: de la 11e à la 13e année; Terre-Neuve: 10e et 11e années; C.-B. et Yukon: 11e et 12e années; ailleurs au Canada: de la 10e à la 12e année) 3

Remarque: Même si vous enseignez actuellement (ou si vous avez enseigné) à plus d'un niveau à la fois, nous vous prions de remplir le reste de ce questionnaire *comme si vous n'aviez jamais enseigné qu'au niveau que vous venez d'indiquer.*

3. Quel âge avez-vous?

(encerclez le chiffre correspondant)

a. Moins de 26 ans 1

b. de 26 à 35 ans 2

c. de 36 à 45 ans 3

d. de 46 à 55 ans 4

e. plus de 55 ans 5

4. A quel sexe appartenez-vous?

(encerclez le chiffre correspondant)

a. masculin 1

b. féminin 2

5. Combien d'années d'expérience de l'enseignement avez-vous au total, en comptant l'année actuelle? .

(encerclez le chiffre correspondant)

a. 1 an (c'est ma première année d'enseignement) ... 1
b. de 2 à 5 ans 2
c. de 6 à 9 ans 3
d. de 10 à 13 ans 4
e. 14 ans et plus 5

II CURSUS SCIENTIFIQUE ET MODE D'ENSEIGNEMENT

Ce volet de l'enquête contient des questions portant sur les objectifs généraux des cours de sciences et sur l'adéquation des programmes actuels d'enseignement des sciences.

Plusieurs raisons peuvent expliquer les difficultés qu'éprouvent les enseignants à réaliser certains objectifs de l'enseignement des sciences qu'il estiment important. Les deux questions qui suivent contiennent une liste d'objectifs éventuels de l'enseignement des sciences. Dans la première question, nous vous demandons de classer, par ordre d'importance *selon vos convictions personnelles*, chacun de ces objectifs *pour les élèves du niveau auquel vous enseignez*. La deuxième question vous invite à estimer l'efficacité de votre enseignement par rapport à chacun de ces objectifs. Enfin, la troisième question traite d'obstacles éventuels à la réalisation de ces objectifs.

6. Importance des objectifs

Veuillez préciser l'importance que vous attribuez à chacun des objectifs suivants *pour les élèves du niveau identifié à la question 2.*

Signification des chiffres: 1 — sans importance
2 — peu important
3 — assez important
4 — très important

	(encerclez un chiffre sur chaque ligne, sur la feuille-réponse)			
a. Connaissance des faits, des concepts, des lois, etc., du domaine scientifique	1	2	3	4
b. Acquisition d'aptitudes sociales (collaboration, communication, sens des responsabilités, etc.)	1	2	3	4
c. Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	1	2	3	4
d. Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique, au sens large	1	2	3	4
e. Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	1	2	3	4
f. Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique (curiosité, créativité, doute méthodique, etc.)	1	2	3	4
g. Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	1	2	3	4
h. Connaissance des applications pratiques des sciences	1	2	3	4
i. Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche (observer, classifier, exécuter des expériences, etc.) ...	1	2	3	4
j. Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations *autant* des femmes que des hommes	1	2	3	4

k. Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du Monde qui l'entoure	1	2	3	4
l. Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	1	2	3	4
m. Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	1	2	3	4
n. Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	1	2	3	4

7. Réalisation des objectifs

Dans quelle mesure estimez vous que votre enseignement permet aux élèves d'atteindre les objectifs suivants? Si vous ne cherchez pas à réaliser un ou plusieurs de ces objectifs, encerclez le zero sur la ligne appropriée.

Signification des chiffres: Mon enseignement est
1 — très inefficace
2 — plutôt inefficace
3 — plutôt efficace
4 — très efficace
0 — je ne cherche pas à réaliser cet objectif.

(encerclez un chiffre sur chaque ligne)

a. Connaissance des faits, des concepts, des lois, etc., du domaine scientifique	1	2	3	4	0
b. Acquisition d'aptitudes sociales (collaboration, communication, sens des responsabilités, etc.)	1	2	3	4	0
c. Prise de conscience des rapports entre formation scientifique et possibilités de carrière ultérieure	1	2	3	4	0
d. Acquisition d'habiletés reliées à la lecture et à la compréhension de textes relatifs au domaine scientifique, au sens large	1	2	3	4	0
e. Connaissance de la nature des activités du technicien et de l'ingénieur, et des techniques qu'ils utilisent	1	2	3	4	0
f. Acquisition de dispositions convenant à l'activité scientifique (curiosité, créativité, doute méthodique, etc.)	1	2	3	4	0
g. Connaissance de l'histoire des sciences et de l'évolution de la pensée scientifique	1	2	3	4	0
h. Connaissance des applications pratiques des sciences	1	2	3	4	0
i. Acquisition d'habiletés et de méthodes de recherche (observer, classifier, exécuter des expériences, etc.)	1	2	3	4	0
j. Prise de conscience de l'importance des sciences pour la satisfaction des besoins et des aspirations *autant* des femmes que des hommes	1	2	3	4	0
k. Établissement de rapports entre l'explication scientifique du réel et la conception que l'élève a du Monde qui l'entoure	1	2	3	4	0
l. Compréhension de la façon dont se construit le savoir scientifique	1	2	3	4	0
m. Prise de conscience de l'activité scientifique au Canada	1	2	3	4	0
n. Connaissance du rôle et de l'importance des sciences dans la société d'aujourd'hui	1	2	3	4	0

8. Obstacles à la réalisation des objectifs

Nous vous proposons ici six facteurs qui peuvent représenter des obstacles à la réalisation de vos objectifs de l'enseignement des sciences. Veuillez évaluer l'influence de chacun des six facteurs à ce propos.

Signification des chiffres: En tant qu'*obstacle* à la réalisation des objectifs de mon enseignement des sciences, le facteur (de a à f)
1 — n'a aucune importance
2 — est peu important
3 — est assez important
4 — est très important

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

a. Moyens pédagogiques (incluant manuels, guides pédagogiques, etc.)	1	2	3	4
b. La formation et l'expérience acquises (avant l'occupation de mes fonctions ou en cours d'emploi)	1	2	3	4
c. Installations et matériel	1	2	3	4
d. Aptitudes et motivation de mes élèves	1	2	3	4
e. Dispositions administratives de l'école (nombre d'élèves par classe, répartition du temps, etc.)	1	2	3	4
f. Soutien apporté par la collectivité et par les responsables (parents, directeurs, conseiller, commissaires d'école, etc.)	1	2	3	4

SECTIONS III À VIII

Nous vous invitons maintenant à examiner de façon plus détaillée l'influence des six facteurs identifiés à la question 8 sur l'efficacité de l'enseignement des sciences.

III MOYENS DIDACTIQUES

9. Les enseignants utilisent différents moyens didactiques pour préparer leurs cours. Quelle a été l'utilité des moyens suivants *pour la préparation de vos cours de sciences?* Si, pour quelque raison que ce soit, vous ne pouvez exprimer d'opinion à propos d'un moyen en particulier, encerclez le zéro à l'alinéa correspondant.

Signification des chiffres: Pour la préparation de mon cours, le moyen (de a à m) a été
1 — inutile
2 — plutôt inutile
3 — plutôt utile
4 — très utile

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

a. Programmes officiels	1	2	3	4	0
b. Manuels scolaires agréés au niveau provincial	1	2	3	4	0
c. Autres manuels scientifiques	1	2	3	4	0
d. Guides pédagogiques du ministère de l'Éducation...	1	2	3	4	0

e. Textes didactiques élaborés par mon école ou par ma commission scolaire	1	2	3	4	0
f. Textes didactiques commerciaux autres que les manuels scolaires, tels les cahiers d'information, etc	1	2	3	4	0
g. Publications des ministères (autres que celui de l'Éducation)	1	2	3	4	0
h. Textes didactiques en provenance des associations d'enseignants	1	2	3	4	0
i. Magazines, revues, bulletins, etc. traitant des sciences	1	2	3	4	0
j. Moyens didactiques distribués gratuitement par l'industrie	1	2	3	4	0
k. Programmes ou enregistrements de la radio ou de la télévision	1	2	3	4	0
l. Moyens didactiques en provenance de la bibliothèque scolaire	1	2	3	4	0
m. Programmes informatiques (ordinateurs, simulation, etc.)	1	2	3	4	0

10. Cette question, en trois parties, porte sur les manuels utilisés pour l'enseignement des sciences.

a) Veuillez d'abord identifier la classe ou le degré auquel vous enseignez les sciences *le plus souvent* cette année.

(encerclez un seul chiffre)

Maternelle	0	8e année ou Secondaire 2	8
1ère année	1	9e année ou Secondaire 3	9
2e année	2	10e année ou Secondaire 4	10
3e année	3	11e année ou Secondaire 5	11
4e année	4	12e année	12
5e année	5	13e année	13
6e année	6		
7e année ou Secondaire 1 (Québec)	7		

b) Est-ce que les élèves de cette classe ou de ce degré utilisent un manuel de sciences?

Oui ..... 1 ..... Répondez à la partie (c) de la question.

Non ..... 2 ..... Passez directement à la question 12.

c) Quel manuel les élèves de la classe ou du degré identifié en a) utilisent-ils le plus souvent? Veuillez donner le maximum de renseignements. S'il s'agit d'une série de manuels, ne citez que le titre de la série.

a. Auteur(s) .....
b. Titre .....
c. Éditeur .....
d. Année d'édition .....

(Répondre dans l'espace approprié sur la feuille-réponse)

11. Cette question porte sur le manuel que vous avez identifié à la question 10. Veuillez évaluer sa pertinence en fonction de chacun des critères qui suivent:

Signification des chiffres: En ce qui concerne le critère (de a à k), j'estime ce manuel
1 — très insatisfaisant
2 — plutôt insatisfaisant
3 — plutôt satisfaisant
4 — très satisfaisant

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

a. Adaptation du contenu scientifique à la maturité intellectuelle de mes élèves	1	2	3	4
b. Rapport entre les objectifs du manuel et les priorités de mon enseignement	1	2	3	4

c. Facilité de lecture par les élèves	1	2	3	4
d. Illustrations, photographies, etc.	1	2	3	4
e. Activités proposées	1	2	3	4
f. Exemples canadiens	1	2	3	4
g. Descriptions des applications des sciences	1	2	3	4
h. Adaptation à l'élève peu doué	1	2	3	4
i. Adaptation à l'élève brillant	1	2	3	4
j. Renvois à d'autres ouvrages pertinents	1	2	3	4
k. Impression générale donnée	1	2	3	4

12. Supposez que l'on ait décidé la création d'un nouveau programme de sciences pour le niveau auquel vous enseignez et que les tâches à accomplir soient les suivantes:

a) définir les objectifs et buts d'ensemble;
b) sélectionner des manuels; et
c) préparer des guides pédagogiques.

Veuillez choisir, pour chacune de ces tâches l'organisme que vous jugez le mieux à même d'en assumer la responsabilité:

1. Ministère/département de l'Éducation
2. Responsables des commissions/conseils scolaires
3. Comité d'enseignants auprès des commissions/conseils scolaires
4. Groupement d'écoles
5. Écoles individuelles
6. Enseignants individuels

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

a. Définir les objectifs et buts d'ensemble	1	2	3	4	5	6
b. Sélectionner les manuels	1	2	3	4	5	6
c. Préparer des guides pédagogiques	1	2	3	4	5	6

13. Jusqu'à quel point, ces dernières années, avez-vous participé à l'élaboration et à la planification des programmes de sciences à chacun des niveaux suivants?

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Je n'ai pas eu l'occasion d'y participer 1	J'y ai participé parfois 2	J'y ai participé fréquemment 3
a. Au niveau de l'école	1	2	3
b. Au niveau de la commission/du conseil scolaire	1	2	3
c. Au niveau du ministère/du département de l'Éducation	1	2	3
d. Au niveau d'une association d'enseignants	1	2	3
e. A un autre niveau	1	2	3

IV FORMATION ET EXPÉRIENCE ACQUISES PAR L'ENSEIGNANT

14. Veuillez préciser le niveau *le plus élevé* de formation que vous avez *effectivement* atteint.

(encerclez un seul chiffre)

a. Cours primaire terminé 1

b. Cours secondaire terminé 2
c. Diplôme collégial (ou l'équivalent) 3
d. Brevet d'enseignement (ou l'équivalent) 4
e. Diplôme de premier cycle universitaire 5
f. Maîtrise 6
g. Doctorat 7

15. Veuillez préciser *le plus haut niveau* auquel vous avez *étudié* les sujets suivants.

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Pas étudié à l'Université	Niveau premier cycle universitaire	Niveau maîtrise/ doctorat
	1	2	3
a. Mathématiques	1	2	3
b. Sciences pures (ex.: physique, chimie)	1	2	3
c. Sciences appliquées (ex.: génie, médecine)	1	2	3
d. Éducation	1	2	3

16. Depuis combien d'années n'avez-vous pas suivi de cours post-secondaire dans les domaines suivants?

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	jamais suivi	plus de 10 ans	de 6 à 10 ans	de 1 à 5 ans	Je suis actuellement des cours
	1	2	3	4	5
a. Mathématiques	1	2	3	4	5
b. Sciences pures	1	2	3	4	5
c. Sciences appliquées	1	2	3	4	5
d. Éducation	1	2	3	4	5

17. Comment, de façon générale, estimez vous la qualité de l'éducation que vous avez reçue a) en sciences, b) en formation des maîtres *pour la préparation à votre carrière d'enseignant en sciences?*

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Très insuffisante	Plutôt insuffisante	Plutôt suffisante	Très suffisante
	1	2	3	4
a. qualité de mon éducation en sciences	1	2	3	4
b. qualité de la formation des maîtres reçue	1	2	3	4

18. Jusqu'à quel point votre éducation post-secondaire vous a-t-elle aidé à enseigner les sciences? Qu'en est-il particulièrement dans les domaines suivants?

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Elle ne m'a pas aidé du tout	Elle m'a peu aidé	Elle m'a assez aidé	Elle m'a beaucoup aidé
	1	2	3	4
a. Acquisition de connaissances et d'habiletés scientifiques	1	2	3	4
b. Compréhension des interactions entre les sciences et la société	1	2	3	4
c. Compréhension des processus par lesquels les enfants ou les adolescents apprennent les sciences	1	2	3	4

19. Quels sont les emplois de nature scientifique que vous avec occupés en dehors de l'enseignement?

(encerclez les chiffres correspondant aux réponses qui conviennent)

a. Aucun 1
b. Travail dans une bibliothèque scientifique 2
c. Travail courant d'essais ou d'analyses de laboratoire 3
d. Recherche et développement en matière de méthodes, de produits ou de techniques de fabrication 4
e. Recherche fondamentale dans les sciences physiques, biologiques, médicales ou géologiques .. 5
f. Travail dans l'agriculture, l'exploitation minière ou le secteur des pêches 6
g. Autres occupations dans l'industrie, y compris dans le génie 7

20. Veuillez indiquer la pertinence des activités suivantes auxquelles vous avez pu participer *au cours de votre emploi* de professeur de sciences. Si vous n'avez jamais participé à l'activité en question, encerclez le zéro à la ligne correspondante.

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Inutile 1	Plutôt inutile 2	Plutôt utile 3	Très utile 4	Je n'ai pas participé à de telles activités 0
a. Conversations avec d'autres professeurs de sciences	1	2	3	4	0
b. Conversations avec des professeurs en sciences de l'éducation	1	2	3	4	0
c. Conversation avec des scientifiques	1	2	3	4	0
d. Ateliers organisés par d'autres enseignants	1	2	3	4	0
e. Ateliers organisés par les commissions scolaires	1	2	3	4	0
f. Ateliers organisés par le corps enseignant des départements des sciences de l'éducation (université)	1	2	3	4	0
g. Ateliers organisés par des scientifiques	1	2	3	4	0
h. Ateliers organisés par les cadres du ministère ou du département de l'Éducation	1	2	3	4	0
i. Cours universitaires de sciences	1	2	3	4	0
j. Cours universitaires d'enseignement des sciences ...	1	2	3	4	0
k. Visites dans les classes de vos collègues, dans votre établissement ou dans d'autres écoles	1	2	3	4	0
l. Colloques, congrès ou conférences organisés par une association de professeurs de sciences	1	2	3	4	0
m. Visites d'entreprises industrielles	1	2	3	4	0
n. Visites ou conférences de cadres de l'industrie	1	2	3	4	0

21. En général, dans quelle mesure seriez-vous prêt à participer à des activités de perfectionnement ou de recyclage sur l'enseignement des sciences, qui vous seraient proposées dans les circonstances suivantes:

a) durant les heures de classe, si l'on vous libérait pour la durée de l'atelier?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Il n'est pas question que j'y participe 1

b. Je n'y participerais probablement pas 2
c. J'y participerais probablement 3
d. J'y participerais certainement 4

b) en dehors des heures de classe, à un moment qui vous convienne?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Il n'est pas question que j'y participe 1
b. Je n'y participerais probablement pas 2
c. J'y participerais probablement 3
d. J'y participerais certainement 4

22. Quelle est, dans une année, l'envergure du recyclage ou du perfectionnement que *vous-même* jugez indispensable, actuellement, pour continuer à bien enseigner les sciences?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Aucun 1
b. De 3 à 5 heures (un atelier d'un après-midi, par exemple) 2
c. De 5 à 20 heures (un atelier s'étalant sur plusieurs journées complètes) 3
d. Un cours intensif de recyclage 4
e. Une année complète sans enseigner 5

23. Dans quelle mesure le programme de recyclage des professeurs de sciences de votre école ou de votre commission scolaire est-il efficace?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Très efficace 1
b. Assez efficace 2
c. Plutôt inefficace 3
d. Totalement inefficace 4
e. Inexistant 5

24. a) Si vous aviez le choix, décideriez-vous de ne pas enseigner les sciences du tout?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Oui ..... 1 ..... répondez à la partie b) de la question
b. Non ..... 2 ..... passez directement à la question 25
c. Sans opinion ..... 3 ..... passez directement à la question 25

b) Dans l'affirmative, pour quelle(s) raison(s)?

(encerclez les chiffres correspondant aux réponses qui conviennent)

a. Manque de moyens 1
b. Formation et expérience inadéquates 2
c. Je n'aime pas les sciences 3
d. Conditions de travail 4
e. Attitude des élèves 5
f. Autres raisons 6

V INSTALLATIONS ET MATÉRIEL

25. Quelle affirmation s'applique le plus précisément à votre situation?
De manière générale, j'enseigne les sciences:

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. dans un laboratoire ou une classe-laboratoire 1
b. dans une salle de classe avec accès occasionnel à un laboratoire 2
c. dans une salle de classe équipée seulement pour des démonstrations 3
d. dans une salle de classe sans équipement spécifique pour l'enseignement des sciences 4

26. Comment caractérisez-vous les moyens dont vous disposez pour l'enseignement des sciences?

(encerclez les chiffres correspondant à vos réponses)

a. Mes élèves disposent d'un appareillage abondant 1
b. Mes élèves disposent d'un appareillage peu coûteux, provenant de dons, ou démodé 2
c. Mes élèves ne disposent pratiquement d'aucun matériel 3
d. Je dispose d'un matériel convenant aux démonstrations 4
e. Il n'y a pratiquement pas de matériel scientifique 5
f. Nous disposons de quantités suffisantes de fournitures à renouveler (produits chimiques, matériel biologique, feuilles pour graphiques, etc.) 6
g. Nous avons accès à un ordinateur 7
h. Nous disposons d'un appareillage audio-visuel adéquat 8

27. En général, quelle est, à votre avis, la qualité des installations et du matériel mis à votre disposition pour l'enseignement des sciences?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Très insuffisante 1
b. Insuffisante 2
c. Bonne 3
d. Excellente 4

VI APTITUDES ET MOTIVATION DES ÉLÈVES

28. Quelle est, selon votre perception, l'attitude de vos élèves vis-à-vis de l'enseignement des sciences, cette année?
Cette année, la majorité de mes élèves:

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. préféreraient abandonner les cours de sciences ... 1
b. sont indifférents 2
c. sont plutôt motivés 3
d. sont très motivés 4

29. Quelle affirmation correspond le mieux à l'opinion que vous avez de la formation antérieure et des aptitudes de vos élèves *vis-à-vis du cours que vous enseignez cette année*?

La formation antérieure et les aptitudes de mes élèves sont:

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. totalement insuffisantes 1
b. plutôt insuffisantes 2
c. plutôt suffisantes 3
d. totalement suffisantes 4

30. Nous désirons connaître votre opinion concernant toute différence d'intérêt et d'aptitudes (relatifs aux cours de sciences) que vous auriez pu remarquer entre les garçons et les filles auxquels vous enseignez. Veuillez choisir l'affirmation qui correspond le mieux à votre opinion.

a) Intérêt

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Les filles sont plus motivées que les garçons 1
b. Je ne vois aucune différence de motivation 2
c. Les garçons sont plus motivés que les filles 3

b) Aptitudes

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Les filles montrent de plus grandes aptitudes que les garçons 1
b. Je ne vois aucune différence d'aptitudes 2
c. Les garçons montrent de plus grandes aptitudes que les filles 3

31. Veuillez estimer la proportion de vos élèves qui participent à chacune des activités suivantes:

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Très peu 1	Environ la moitié 2	Beaucoup 3	Je ne sais pas 4
a. Présentation à une exposition scientifique	1	2	3	4
b. Appartenance à un club de jeunes scientifiques	1	2	3	4
c. Visite d'un musée ou d'un centre scientifique au cours de l'année écoulée	1	2	3	4
d. Lecture régulière d'un ouvrage ou d'une revue de vulgarisation scientifique	1	2	3	4
e. Observation régulière d'une émission télévisée de vulgarisation scientifique (ou écoute d'une émission scientifique radiodiffusée)	1	2	3	4
f. Passe-temps favori dans un domaine scientifique ...	1	2	3	4

VII ORGANISATION DES ÉTABLISSEMENTS

32. Matières enseignées

a) Quelle affirmation correspond le plus précisément à votre situation, cette année?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Je n'enseigne que les sciences de la Nature 1

b. J'enseigne à la fois les sciences de la Nature et les mathématiques 2

c. J'enseigne toute une série de matières, y compris les sciences 3

b) Cette année, la majeure partie de ma tâche consiste à enseigner:

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. la physique 1
b. la chimie 2
c. la biologie 3
d. les sciences de la Terre 4
e. d'autres matières scientifiques 5
f. d'autres matières non scientifiques 6

33. Charge d'enseignement

a) A combien de degrés (années) différents enseignez-vous en 1981-82?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. un seulement 1
b. deux 2
c. trois 3
d. plus de trois 4

b) A combien de groupes d'élèves enseignez-vous cette année?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. un seulement 1
b. deux ou trois 2
c. plus de trois 3

c) Quel est le nombre moyen d'élèves dans vos groupes?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. 20 ou moins 1
b. 21-25 2
c. 26-30 3
d. 31-35 4
e. 36 ou plus 5

34. Cette question porte sur l'adéquation du temps réservé à l'enseignement des sciences *au niveau auquel vous enseignez*.

(a) Dans quelle mesure le temps imparti à l'enseignement des sciences (compte tenu de l'importance relative que vous lui accordez par rapport aux autres matières du programme) est-il suffisant?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Insuffisant 1
b. A peu près suffisant 2
c. Suffisant 3

b) De quel temps disposez vous pour traiter votre matière?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Je n'ai pas assez de temps pour traiter toute la matière 1
b. J'ai juste le temps de traiter toute la matière 2
c. J'ai largement le temps de traiter toute la matière 3

VIII SOUTIEN OFFERT PAR LA COLLECTIVITÉ ET LES RESPONSABLES

35. Quelle est la description qui correspond le mieux au type de direction qui caractérise le programme d'enseignement des sciences *dans l'école* où vous êtes professeur?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Un chef de département spécialement chargé des matières scientifiques est en fonction 1
b. La direction et la coordination se font par le truchement d'un groupe de travail 2
c. La direction et la coordination sont assurées par le directeur ou le sous-directeur de l'école 3
d. Le programme scientifique de notre école ne bénéfice d'aucune direction particulière 4
e. Je ne sais pas 5

36. Quelle est la description qui correspond le mieux au type de direction qui caractérise le programme d'enseignement des sciences *dans votre commission/conseil scolaire*?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Un consultant, un coordonnateur ou un directeur chargé des questions scientifiques est en poste ... 1
b. La direction et la coordination sont assurées par un groupe de travail composé d'enseignants de la commission 2
c. La direction et la coordination sont assurées par l'un des directeurs de la commission scolaire 3
d. L'enseignement scientifique au niveau de la commission/du conseil scolaire ne bénéficie d'aucune direction particulière 4
e. Je ne sais pas 5

37. Quelle est, *à votre avis*, l'importance qu'accordent les administrateurs et les membres de la collectivité aux sciences, comparativement aux autres matières du programme scolaire?

(encerclez un chiffre à chaque alinéa)

	Une importance moins grande	Une importance égale	Une importance plus grande	Je ne sais pas
	1	2	3	4
a. Le directeur de votre école	1	2	3	4
b. Les cadres de la commission	1	2	3	4
c. Les parents	1	2	3	4
d. Les commissaires d'école	1	2	3	4

Enfin, voici trois questions portant sur le rôle de l'industrie dans le soutien de l'enseignement des sciences. Nous sommes particulièrement intéressés à recueillir votre avis sur ce sujet.

38. Quelle(s) expérience(s) de la contribution de l'industrie à l'enseignement des sciences avez-vous vécue(s)?

(encerclez les chiffres correspondant aux réponses qui conviennent)

a. Fourniture de matériel didactique 1
b. Financement d'activités (expositions scientifiques, etc.) 2
c. Visites industrielles 3
d. Visites de cadres industriels à l'école 4
e. Information sur les carrières 5
f. Autres expériences 6
g. Aucune expérience vécue 7

39. A votre avis, quel est le motif de la contribution de l'industrie à l'enseignement des sciences?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Exclusivement dans l'intérêt de l'industrie 1
b. Le plus souvent dans l'intérêt de l'industrie 2
c. Pour être aussi utile à l'industrie qu'à l'école 3
d. Conçue avant tout pour aider l'école 4
e. Je n'ai pas d'opinion à ce sujet 5

40. Croyez-vous que l'industrie devrait intervenir de quelque façon que ce soit dans l'enseignement des sciences?

(encerclez le chiffre correspondant à votre réponse)

a. Oui 1
b. Non 2
c. Pas d'opinion 3

UN GRAND MERCI POUR AVOIR REMPLI CE QUESTIONNAIRE JUSQU'AU BOUT.

Si ce n'est pas déjà fait, assurez-vous que chacune de vos réponses a été correctement transcrite sur la feuille-réponse. Il ne vous reste plus qu'à introduire cette feuille-réponse dans l'enveloppe fournie, à cacheter celle-ci et la remettre à la personne qui vous a donné le questionnaire. Vous pouvez disposer du questionnaire comme vous l'entendez.

REMERCIEMENTS

Le Conseil des sciences du Canada tient à remercier tous les auteurs des documents consultés pendant la conception du questionnaire. Les études suivantes se sont révélées d'un intérêt tout particulier:

Assessment of the Teaching of Science in Junior High Schools in the Maritimes, 1977.
The Teacher and Curriculum Development Project, Université Queen's, Ontario, 1977
National Survey of Science, Mathematics, and Social Studies Education, U.S. National Science Foundation, 1977.
British Columbia Science Assessment, 1978.
Curriculum Task Force, Commission on Declining Enrolments in Ontario, 1978.
Étude Evalensci, Université de Montréal, 1980.

CT/TB Reg. 8 21708

CONSEIL DES SCIENCES DU CANADA
ÉTUDE SUR L'ENSEIGNEMENT DES SCIENCES
Questionnaire pour les enseignants des niveaux primaire et secondaire

FEUILLE-RÉPONSE

Veuillez répondre à chaque question en encerclant le plus clairement possible le chiffre correspondant à la réponse choisie.

Les questions ne requièrent qu'un seul choix de réponse, à l'exception de celles identifiées par un astérisque (*), qui peuvent requérir plus d'une réponse.

A l'usage du bureau seulement

I RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX

1.	1 2	(8)
2.	1 2 3	(9)
3.	1 2 3 4 5	(10)
4.	1 2	(11)
5.	1 2 3 4 5	(12)

II CURSUS SCIENTIFIQUE ET MODE D'ENSEIGNEMENT

6.	(a) 1 2 3 4	(h) 1 2 3 4	(13/20)
	(b) 1 2 3 4	(i) 1 2 3 4	(14/21)
	(c) 1 2 3 4	(j) 1 2 3 4	(15/22)
	(d) 1 2 3 4	(k) 1 2 3 4	(16/23)
	(e) 1 2 3 4	(l) 1 2 3 4	(17/24)
	(f) 1 2 3 4	(m) 1 2 3 4	(18/25)
	(g) 1 2 3 4	(n) 1 2 3 4	(19/26)
7.	(a) 1 2 3 4 0	(h) 1 2 3 4 0	(27/34)
	(b) 1 2 3 4 0	(i) 1 2 3 4 0	(28/35)
	(c) 1 2 3 4 0	(j) 1 2 3 4 0	(29/36)
	(d) 1 2 3 4 0	(k) 1 2 3 4 0	(30/37)
	(e) 1 2 3 4 0	(l) 1 2 3 4 0	(31/38)
	(f) 1 2 3 4 0	(m) 1 2 3 4 0	(32/39)
	(g) 1 2 3 4 0	(n) 1 2 3 4 0	(33/40)
8.	(a) 1 2 3 4		(41)
	(b) 1 2 3 4		(42)
	(c) 1 2 3 4		(43)
	(d) 1 2 3 4		(44)
	(e) 1 2 3 4		(45)
	(f) 1 2 3 4		(46)

III MOYENS DIDACTIQUES

9. (a) 1 2 3 4 0 (47/54)
(b) 1 2 3 4 0 (48/55)
(c) 1 2 3 4 0 (49/56)
(d) 1 2 3 4 0 (50/57)
(e) 1 2 3 4 0 (51/58)
(f) 1 2 3 4 0 (52/59)
(g) 1 2 3 4 0 (53)
(h) 1 2 3 4 0
(i) 1 2 3 4 0
(j) 1 2 3 4 0
(k) 1 2 3 4 0
(l) 1 2 3 4 0
(m) 1 2 3 4 0

10. (a) 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 (60-61)
(b) 1 2 (62)
(c) a. ..... (63-64)
b. .....
c. .....
d. .....

11. (a) 1 2 3 4 (65/71)
(b) 1 2 3 4 (66/72)
(c) 1 2 3 4 (67/73)
(d) 1 2 3 4 (68/74)
(e) 1 2 3 4 (69/75)
(f) 1 2 3 4 (70)
(g) 1 2 3 4
(h) 1 2 3 4
(i) 1 2 3 4
(j) 1 2 3 4
(k) 1 2 3 4

12. (a) 1 2 3 4 5 6 (76)
(b) 1 2 3 4 5 6 (77)
(c) 1 2 3 4 5 6 (78)

13. (a) 1 2 3 (79)
(b) 1 2 3 (80)
(c) 1 2 3 (81)
(d) 1 2 3 (82)
(e) 1 2 3 (83)

IV FORMATION ET EXPÉRIENCE ACQUISES PAR L'ENSEIGNANT

14. 1 2 3 4 5 6 7 (84)

15. (a) 1 2 3 (85)
(b) 1 2 3 (86)
(c) 1 2 3 (87)
(d) 1 2 3 (88)

16.	(a) 1 2 3 4 5		(89)
	(b) 1 2 3 4 5		(90)
	(c) 1 2 3 4 5		(91)
	(d) 1 2 3 4 5		(92)
17.	(a) 1 2 3 4		(93)
	(b) 1 2 3 4		(94)
18.	(a) 1 2 3 4		(95)
	(b) 1 2 3 4		(96)
	(c) 1 2 3 4		(97)
*19.	1 2 3 4 5 6 7		(98-104)
20.	(a) 1 2 3 4 0	(h) 1 2 3 4 0	(105/112)
	(b) 1 2 3 4 0	(i) 1 2 3 4 0	(106/113)
	(c) 1 2 3 4 0	(j) 1 2 3 4 0	(107/114)
	(d) 1 2 3 4 0	(k) 1 2 3 4 0	(108/115)
	(e) 1 2 3 4 0	(l) 1 2 3 4 0	(109/116)
	(f) 1 2 3 4 0	(m) 1 2 3 4 0	(110/117)
	(g) 1 2 3 4 0	(n) 1 2 3 4 0	(111/118)
21.	(a) 1 2 3 4		(119)
	(b) 1 2 3 4		(120)
22.	1 2 3 4 5		(121)
23.	1 2 3 4 5		(122)
24.	(a) 1 2 3		(123)
	*(b) 1 2 3 4 5 6		(124-130)
V INSTALLATIONS ET MATÉRIEL			
25.	1 2 3 4		(131)
*26.	1 2 3 4 5 6 7 8		(132-140)
27.	1 2 3 4		(141)

VI APTITUDES ET MOTIVATION DES ÉLEVES

28.	1 2 3 4	(142)
29.	1 2 3 4	(143)
30.	(a) 1 2 3	(144)
	(b) 1 2 3	(145)
31.	(a) 1 2 3 4	(146)
	(b) 1 2 3 4	(147)
	(c) 1 2 3 4	(148)
	(d) 1 2 3 4	(149)
	(e) 1 2 3 4	(150)
	(f) 1 2 3 4	(151)

VII ORGANISATION DES ÉTABLISSEMENTS

32.	(a) 1 2 3	
	(b) 1 2 3 4 5 6	(152)
		(153)
33.	(a) 1 2 3 4	
	(b) 1 2 3 4	(154)
	(c) 1 2 3 4 5	(155)
		(156)
34.	(a) 1 2 3	
	(b) 1 2 3	(157)
		(158)

VIII SOUTIEN OFFERT PAR LA COLLECTIVITÉ ET LES RESPONSABLES

35.	1 2 3 4 5	(159)
36.	1 2 3 4 5	(160)
37.	(a) 1 2 3 4	
	(b) 1 2 3 4	(161)
	(c) 1 2 3 4	(162)
	(d) 1 2 3 4	(163)
		(164)
*38.	1 2 3 4 5 6 7	(165-171)
39.	1 2 3 4 5	(172)
40.	1 2 3	(173)

Annexe B

Échantillonnage, estimation et erreur d'échantillonnage

Échantillonnage

Utiliser des échantillons aléatoires ou probabilistes permet d'une part d'obtenir des estimations sans biais des caractéristiques d'une population et d'autre part de connaître les erreurs d'échantillonnage qui les entachent. Dans cette section, nous allons passer en revue les aspects techniques du choix et de la pondération des échantillons.

Choix des échantillons

Au chapitre 1 du présent rapport, nous avons indiqué en termes généraux comment ont été prélevés les échantillons. Nous allons maintenant voir plus en détail comment nous avons déterminé les tailles des échantillons et comment nous nous en sommes servis pour choisir un échantillon type. Les tailles ont été calculées pour chaque niveau d'enseignement (primaire, 1er et 2e cycle du secondaire) en fonction de la fiabilité que nous voulions avoir pour nos données. La taille de chaque échantillon (n_o) est donnée par la formule suivante :

$$n_o = \frac{4pq}{d^2} \qquad (1)$$

où d = erreur acceptable pour les estimations
p = proportion des enseignants présentant une caractéristique donnée
q = 1 — p

Comme p était inconnu, nous lui avons attribué la valeur 0,5 afin de maximiser le produit pq et d'assurer une taille d'échantillon fiable. De plus, comme nous l'avons indiqué dans les notes 3 et 7 du chapitre 1, d a été posé égal à 0,05 au niveau régional et à 0,1 au niveau provincial, dans les deux cas pour un niveau de confiance de 95 %.

Si, d'après ce calcul, n_o était supérieur à 5 % de la population (N), nous calculions une taille révisée pour l'échantillon (n') à l'aide d'un facteur de correction pour population finie.

$$n' = \frac{n_o}{1 + n_o/N} \qquad (2)$$

Enfin, nous avons tenu compte du taux de non-réponse prévu en appliquant, à l'aide de la formule suivante, un autre facteur de correction.

$$n^* = n_o \text{ (ou } n') \div \text{taux de réponse prévu (0,8)} \qquad (3)$$

où n^* est la taille de l'échantillon utilisé pour l'étape suivante du processus d'échantillonnage.

Il a été décidé de tirer les échantillons des écoles primaires (définies à cette fin comme celles comprenant les années de la maternelle à la 6e)

d'après le nombre d'enseignants requis pour ce niveau, et ceux des écoles secondaires (définies à cette fin comme celles comprenant les années de la 7e à la 13e) d'après le nombre total d'enseignants requis pour le niveau secondaire (1er cycle et 2e cycle). (Pour une définition complète des écoles « primaires » et « secondaires », voir la note 8 du chapitre I.)

Nous disposions, pour chaque province ou territoire, d'une liste d'écoles qui indiquait toutes les années d'enseignement et le nombre des enseignants employés. Grâce à ces listes, nous avons pu classer toutes les écoles en primaires ou secondaires. Dans le cas des premières, tous les enseignants ont été considérés comme des répondants potentiels, tandis que dans le cas des secondes, environ le cinquième a été tenu pour tel. L'exemple ci-dessous montre comment nous avons procédé pour choisir un échantillon.

Supposons que dans une province donnée, le calcul précédent nous permettait de dire qu'il fallait un échantillon de x enseignants du niveau primaire. À l'aide du nombre moyen d'enseignants par école dans cette province, nous pouvions estimer qu'il fallait y écoles primaires pour obtenir un échantillon de x enseignants. Nous avons pris un chiffre de départ aléatoire, puis choisi toutes les ze écoles de la liste (z étant le nombre total d'écoles primaires de la province divisé par y). Ensuite, nous avons vérifié si le nombre total des enseignants de l'échantillon des écoles était supérieur ou égal à x. Si ce n'était pas le cas, nous recommencions le triage jusqu'à ce que l'échantillon soit suffisant.

Pondération

Nous avons déjà expliqué au chapitre 1 que dès l'instant où l'échantillonnage n'est pas directement proportionnel, comme dans notre cas, il faut absolument pondérer les réponses de chaque enseignant de telle façon que les estimations finales reflètent bien l'ensemble de la population initiale. Pour savoir quels coefficients de pondération affecter aux réponses des enseignants sondés, nous nous sommes basés sur la probabilité de choisir un enseignant donné, qui est égale à la probabilité de choisir l'école de l'enseignant multipliée par celle de choisir un enseignant en sciences au sein de cette école. Dans notre enquête, comme nous avons demandé à tous les enseignants en sciences des écoles choisies de répondre, la seconde probabilité était de 1; le coefficient de pondération attribuable à un professeur donné est donc l'inverse multiplicatif de sa probabilité d'être choisi.

Comme il fallait également pondérer pour tenir compte des non-réponses parmi les enseignants et les écoles, le coefficient de pondération que nous avons finalement affecté à une série particulière de réponses se composait du résultat des trois éléments :

- l'inverse de la probabilité de choisir l'école,
- l'inverse du taux de réponse de l'école,
- l'inverse du taux de réponse des enseignants dans les écoles répondantes.

Par conséquent, les coefficients de pondération dépendent de la province et du niveau de l'école (primaire/secondaire), mais non des années d'enseignement dans une école donnée. La formule qui nous a permis de calculer les coefficients relatifs aux enseignants d'écoles primaires est la suivante :

$$w_e = \frac{M_e}{m_e} \times \frac{n_e''}{n_e'} \qquad (4)$$

où w_e = coefficient de pondération attribué aux instituteurs d'écoles primaires
M_e = nombre total d'écoles primaires de la province
m_e = nombre d'écoles primaires qui ont répondu à notre enquête*
n_e'' = nombre d'enseignants d'école primaire qui ont reçu un questionnaire*
n_e' = nombre d'enseignants d'école primaire qui ont répondu à notre enquête*

Nous avons ensuite utilisé une formule analogue pour les écoles secondaires.

Estimation

Jusque-là, tous nos calculs étaient fondés sur les deux niveaux d'écoles – primaires et secondaires – qui composaient notre plan d'échantillonnage. Or, les estimations devaient être exprimées en fonction des trois niveaux d'enseignement qui étaient à la base des autres parties de notre étude. Les enseignants qui ont répondu à l'enquête s'étaient classés dans l'une de ces trois catégories, et l'analyse des données nous a appris que les enseignants du niveau primaire et du 1er cycle du secondaire travaillaient dans des écoles primaires et secondaires, tandis que ceux du 2e cycle du secondaire étaient exclusivement dans des écoles secondaires. Cette considération nous a obligés à faire des calculs spéciaux pour établir des estimations équilibrées pour les trois niveaux d'enseignement. Mais il fallait tout d'abord estimer les populations d'enseignants de chaque niveau dans chaque province. Pour ce faire, nous avons pu utiliser les formules de calcul des coefficients de pondération, comme dans l'exemple ci-dessous relatif aux enseignants du primaire travaillant dans les écoles primaires d'une province donnée.

$$N_e = w_e\, n_e \qquad (5)$$

où N_e = nombre d'enseignants du niveau primaire dans les écoles primaires
w_e = coefficient de pondération attribué aux enseignants d'école primaire

*L'astérisque indique que le renseignement a été tiré des formules de contrôle remplies par les directeurs d'école.

n_e = nombre d'enseignants au 1er cycle du secondaire qui travaillaient dans des écoles primaires et ont répondu à notre enquête.

Il suffit ensuite d'utiliser une formule analogue pour estimer le nombre d'enseignants du niveau primaire dans les écoles secondaires (N_s). Le nombre total d'enseignants du niveau primaire de la province (N_E) est alors la somme de N_e et de N_S. De même, on peut faire des calculs identiques pour les populations d'enseignants des 1er et 2e cycles du secondaire.

Il était alors possible d'obtenir des estimations (en pourcentage) pour chaque réponse et chaque niveau d'enseignement. Considérons, par exemple, les réponses à une question donnée obtenues des enseignants du primaire d'une province donnée : pour déterminer la proportion de ces enseignants qui avaient répondu de telle façon, nous avons calculé séparément la proportion de professeurs qui travaillaient dans des écoles primaires et celle de professeurs qui travaillaient dans des écoles secondaires; puis nous les avons combinées pour avoir leur proportion nette. Ainsi, la proportion des enseignants du niveau primaire dans les écoles primaires qui ont répondu à une question d'une certaine manière (p_e) est donnée par la formule suivante :

$$p_e = \frac{a_e}{n_e} \qquad (6)$$

où a_e = nombre total d'enseignants du niveau primaire dans les écoles primaires qui ont répondu de cette manière

n_e = nombre total d'enseignants du niveau primaire dans les écoles primaires qui ont répondu à notre enquête.

Nous avons calculé de la même façon la proportion des enseignants du niveau primaire qui travaillaient dans des écoles secondaires et qui avaient répondu de la manière indiquée (p_s). La proportion combinée (p_E) est alors déterminée comme suit :

$$p_E = \frac{N_e p_e + N_s p_s}{N_E} \qquad (7)$$

où N_e = population des enseignants du niveau primaire travaillant dans des écoles primaires

N_s = population des enseignants du niveau primaire travaillant dans des écoles secondaires

N_E = population des enseignants du niveau primaire de la province

Par la suite, nous avons procédé exactement de la même façon pour les estimations relatives aux enseignants du 1er cycle du secondaire. Dans le

cas des professeurs du 2e cycle, les calculs étaient plus simples puisque les réponses émanaient seulement des écoles secondaires.

Après avoir établi les estimations provinciales, nous sommes passés au niveau national. Si nous reprenons le même exemple, la proportion globale des enseignants du niveau primaire au Canada qui ont répondu d'une certaine manière à une question (p_{can}) est donnée par la formule suivante :

$$p_{can} = \sum_{k=1}^{12} \frac{N_k}{N_{can}} p_k \qquad (8)$$

où p_k = proportion estimée des enseignants du primaire dans la province K qui ont répondu de cette manière
N_k = population des enseignants du primaire dans la province K
N_{can} = population des enseignants du primaire au Canada

Estimation de l'erreur d'échantillonnage

Tout élément d'information déduit d'un échantillon risque d'être faussé par une erreur d'échantillonnage. Aussi est-il important de s'assurer que les erreurs dues à l'échantillonnage ne soient pas importantes au point d'invalider les résultats. On se sert habituellement de la variance et de l'erreur-type d'une estimation pour exprimer ces erreurs; dans notre enquête, ces deux caractéristiques ont été calculées à partir de nos données d'échantillonnage.

La variance d'une proportion estimée d'après des réponses recueillies dans les écoles primaires, var(p_e), est donnée par la formule suivante :

$$\text{var}(p_e) = \frac{1 - f_e}{n_e^2} \left(\frac{m_e}{m_e - 1} \right) \left[\sum_{j=1}^{m_e} a_{ej}^2 + p_e^2 \sum_{j=1}^{m_e} n_{ej}^2 - 2p_e \sum_{j=1}^{m_e} a_{ej}\, n_{ej} \right] \qquad (9)$$

où f_e = m_e/M_e
a_{ej} = nombre d'enseignants qui ont répondu dans la j^e école primaire d'une façon particulière
n_{ej} = nombre total d'enseignants qui ont répondu dans la j^e école primaire
j = 1, 2, 3, . . ., m_e

On calcule de façon similaire la variance d'une proportion fondée sur les réponses émanant des écoles secondaires. La formule ci-dessous permet alors de trouver la variance globale de la proportion estimée, var(p) :

$$\text{var}(p) = \left(\frac{N_e}{N}\right)^2 \text{var}(p_e) + \left(\frac{N_s}{N}\right)^2 \text{var}(p_s) \qquad (10)$$

L'erreur-type de p est :

$$\text{e.-t.}(p) = \sqrt{\text{var}(p)} \qquad (11)$$

Quant à la variance de la proportion estimée au niveau national, p_{can}, elle est donnée par la formule :

$$\text{var}(p_{can}) = \sum_{k=1}^{12} \left(\frac{N_k}{N_{can}}\right)^2 \text{var}(p_k) \qquad (12)$$

où N_k = population des enseignants en sciences d'un niveau donné dans la province K

N_{can} = population des enseignants en sciences de ce niveau au Canada

L'erreur-type de p_{can} s'obtient ensuite par la formule ci-dessous :

$$\text{e.-t.}(p_{can}) = \sqrt{\text{var}(p_{can})} \qquad (13)$$

L'étendue complète des valeurs obtenues de cette manière pour les erreurs-types des estimations nationales de notre enquête est présentée au tableau I.5 du présent volume.

Fiabilité des données

La notion d'erreur-type qui est décrite ici sert à déterminer la fiabilité des estimations ou, plus précisément, à calculer un intervalle de confiance défini pour un niveau donné de probabilité. Par exemple, il existe une étendue de valeurs, autour de la valeur réelle de la population, à l'intérieur de laquelle on peut s'attendre à trouver dans 95 % des cas les estimations provenant d'échantillons répétés. Cette étendue, ou intervalle de confiance, s'obtient à l'aide de la formule suivante :.

$$p \pm 1{,}96 \times \text{e.-t.} \qquad (14)$$

Dans notre enquête, nous avons trouvé des erreurs-types relativement petites; cela signifie que les intervalles de confiance sont restreints et que nos estimations nationales sont assez fiables.

Notes

I. Objectifs et méthodologie de l'enquête

1. Les six régions sont : les provinces de l'Atlantique, le Québec, l'Ontario, les Prairies, la Colombie-Britannique et les Territoires du Nord-Ouest.

2. Les estimations ont été effectuées à l'aide des données sur le recensement des enseignants recueillies annuellement par la section de l'Élémentaire et du Secondaire de la division de l'Éducation, des Sciences et de la Culture de Statistiques Canada.

3. Nous voulions que la marge d'erreur pour les estimations régionales ne dépasse pas 5 % dans 95 % des cas, après avoir contacté les professeurs une deuxième ou troisième fois.

4. Nous avions prévu un taux de réponse de 80 % après le suivi.

5. Nous avons supposé que l'effet du plan d'échantillonnage, défini comme le rapport de la variance de l'estimation donnée par notre plan à la variance de l'estimation donnée par un simple échantillonnage aléatoire de la même grandeur, serait égal à 1. Nous avons avancé cette hypothèse parce qu'il n'y avait aucune raison de croire que les réponses des enseignants des écoles étudiées correspondraient considérablement étant donné le type de sujets abordés dans le questionnaire. S'il y avait eu une grande similitude entre les réponses des enseignants d'une même école, cela aurait eu pour effet de faire monter la variance des estimations effectuées selon notre plan, ce qui aurait abouti à l'accroissement du rapport des variances et donc à un effet du plan d'échantillonnage supérieur à 1.

6. Le nombre maximum de questionnaires a été fixé à 10 000.

7. Nous voulions que la marge d'erreur pour les estimations provinciales ne dépasse pas 10 % dans 95 % des cas.

8. Aux fins de l'échantillonnage, on a rangé les écoles en deux catégories : élémentaire et secondaire, selon la répartition des classes de chaque école. Les écoles élémentaires sont celles qui offrent les classes de la maternelle jusqu'à la 6e année et les écoles secondaires sont définies comme les écoles dispensant les classes de la 7e jusqu'à la 13e année. Les écoles qui offrent des classes d'élémentaire et de secondaire, telles que les écoles « intermédiaires », ont été placées dans la catégorie qui correspond au niveau de la plupart des classes données. Pour faciliter l'échantillonnage, les écoles qui offrent toutes les classes ont été considérées comme écoles secondaires. Cela nous a permis d'obtenir un échantillon suffisant d'enseignants du 1er cycle du secondaire en raison des proportions d'échantillonnage plus élevées utilisées pour les écoles secondaires.

9. Pour identifier les écoles rurales et urbaines, nous nous sommes appuyés sur « l'indicateur des villes principales et secondaires » qu'utilise Statistique Canada. Selon cet indicateur, il y a au Canada 26 agglomérations urbaines.

10. Pour évaluer le nombre de professeurs de sciences dans les écoles, on a présumé que tous les instituteurs du niveau élémentaire étaient des généralistes (ils enseignent de nombreuses matières) et que leur programme d'enseignement doit contenir des sciences. Chaque enseignant a donc été considéré comme un répondant éventuel. Au secondaire, toutefois, la plupart des enseignants sont des spécialistes en sciences; on a supposé qu'environ 1/6 à 1/4 des enseignants (selon les classes qu'offrent l'école) enseignaient les sciences et étaient, par conséquent, des répondants éventuels.

Bibliographie

Cochran, William G., *Sampling Techniques*, John Wiley, New-York, 1977.

Kish, Leslie, *Survey Sampling*, John Wiley, New-York, 1965.

Lansing, John B. et Morgan, James N., *Economic Survey Methods*, Institute of Social Research, Université du Michigan, Ann Arbor MI, 1971.

Statistiques Canada, *A Presentation on Survey Sampling*, A. Satin et W. Shastry, Statistique Canada (Secrétariat des activités statistiques), 1980.

Warwick, Donald P. et Lininger, Charles A., *The Sample Survey: Theory and Practice*, McGraw-Hill, New-York, 1975.

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

N° 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 $) 37 p.

N° 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 $) 13 p.

N° 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 $) 43 p.

N° 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 $) 60 p.

N° 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F,0,75 $) 31 p.

N° 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969F/6F, 0,75 $) 41 p.

N° 7 **Les sciences de la Terre au service du pays – Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 $) 37 p.

N° 8 **Les arbres. . . et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 $) 22 p.

N° 9 **Le Canada . . . leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 $) 43 p.

N° 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 $) 39 p.

N° 11 **Le transport par ADAC : Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1971/11F, 0,75 $) 35 p.

N° 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1971/12F, 1,25 $) 65 p.

N° 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1ère phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1970/13F, 0,75 $) 41 p.

N° 14 **Les villes de l'avenir – Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 $) 75 p.

N° 15 **L'innovation en difficulté : Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 $) 49 p.

N° 16 **« . . . mais tous étaient frappés » – Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne**, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 $) 53 p.

N° 17 **In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 $) 77 p.

N° 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 $) 81 p.

N° 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 $) 65 p.

N° 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 $) 70 p.

N° 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 $) 84 p.

N° 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 $) 144 p.

N° 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 151 p.

N° 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 $; autres pays : 1,20 $) 67 p.

N° 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 $; autres pays : 3,60 $) 93 p.

N° 26 **Perspective boréale – Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 $; autres pays : 3,00 $) 99 p.

N° 27 **Le Canada, société de conservation – Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 116 p.

N° 28 **L'ambiance et ses contaminants – Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada : 2,00 $; autres pays : 2,40 $) 76 p.

N° 29 **Le maillon consolidé – Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada : 2,25 $; autres pays : 2,70 $) 74 p.

N° 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique – Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 211 p.

N° 31 **La recherche universitaire en péril – Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada : 2,95 $; autres pays : 3,55 $) 69 p.

N° 32 **Collaboration à l'autodéveloppement – L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada : 3,95 $; autres pays : 4,75 $) 120 p.

N° 33 **Préparons la société informatisée – Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 87 p.

N° 34 **Les transports et notre avenir énergétique – Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 128 p.

N° 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle – Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS222-1982/35F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 110 p.

N° 36 **À l'école des sciences : La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada : $5,25, autres pays : $6,30).

Exposés du Conseil

Le support de la recherche au Canada – Un investissement qui s'impose, mai 1978

La forêt canadienne en danger, mars 1983

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation : Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, tête-bêche, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication – 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique : information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle – Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile – Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada – Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, tête-bêche, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le Ministre d'État

Recherche et développement au Canada – Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie – Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

Études de documentation

N° 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson, February 1967 (SS21/1, 2,50 $) 258 p.

N° 2 **Physics in Canada : Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose, May 1967 (SS21-1/2, 2.50 $) 385 p.

N° 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 $) 145 p.

N° 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 $) 203 p.

N° 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 $) 190 p.

N° 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 $) 94 p.

N° 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 $) 397 p.

N° 8 **L'information scientifique et technique au Canada, Première partie**, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 $) 74 p.
IIe partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 $) 188 p.
IIe partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 $) 84 p.
IIe partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 $) 129 p.
IIe partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 $) 67 p.
IIe partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 $) 113 p.
IIe partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 $) 57 p.
IIe partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 $) 67 p.

N° 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 $) 106 p.

N° 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 $) 157 p.

N° 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 $) 82 p.

N° 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 $) 156 p.

N° 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 $) 392 p.

N° 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 $) 234 p.

N° 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 $) 205 p.

N° 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 $) 189 p.

N° 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 $) 31 p.

N° 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 $) 87 p.

N° 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 $) 117 p.

N° 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 $) 65 p.

N° 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 $) 73 p.

N° 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 $) 95 p.

N° 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 $) 135 p.

N° 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 $) 39 p.

N° 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 $) 135 p.

N° 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 $) 288 p.

N° 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 $) 126 p.

N° 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 $) 146 p.

N° 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 $) 180 p.

N° 30 **Un mécanisme de prospective technologique : Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 $) 116 p.

N° 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 $) 93 p.

N° 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 $) 169 p.

N° 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 $; autres pays : 2,10 $) 95 p.

N° 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 $; autres pays : 4,50 $) 240 p.

N° 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 418 p.

N° 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 270 p.

N° 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 282 p.

N° 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 140 p.

N° 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 152 p.

N° 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $) 247 p.

N° 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,00 $) 262 p.

N° 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 $; autres pays : 9,60 $) 378 p.

N° 43 **Le maillon le plus faible : L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/43F, Canada : 5,00 $; autres pays: 6,00 $) 251 p.

N° 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/44F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 155 p.

N° 45 **Coopération et développement international – Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 $; autres pays : 7,20 $) 163 p.

N° 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 125 p.

N° 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 $; autres pays : 9,55 $) 261 p.

N° 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 $; autres pays : 8,35 $) 200 p.
N° 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique – L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 125 p.
N° 50 **Le défi de la coopération – La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 8,95 $; autres pays : 10,75 $) 239 p.
N° 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle – Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,60 $) 155 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North : An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire – Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.
Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.
Materials Recycling : History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire – Tendances et orientations
Compte rendu, 19 p.
Exposés à débattre, 215 p.
Documentation, 338 p.
Living with Climatic Change : A Proceedings, 90 p.
Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode : A Preliminary Assessment, 254 p.
Seminar on a National Transportation System for Optimum Service : A Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord – Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.
Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.
Federal Funding of Science in Canada : Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry : A Proceedings, 211 p.
Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, tenu à Toronto, 15 novembre 1977, 40 p.
Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries : A Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.

Canadian Food and Agriculture : Sustainability and Self-Reliance : A Discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base - Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, 163 p.
Opportunities in Canadian Transportation
Conference Proceedings, 162 p.
Auto Sub-Conference Proceedings, 136 p.
Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 122 p.
Air Sub-Conference Proceedings, 131 p.
The Politics of an Industrial Strategy : A Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor : The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.
L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process : A Proceedings, 107 p.
Opportunities in Canadian Transportation Conference Proceedings; 5, 270 p.
Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.
Social Issues in Human Genetics - Genetic Screening and Counselling : A Proceedings, 110 p.
The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working : A Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.
The Limits of Consultation : A debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada - Promises and Concerns : A Proceedings, 62 p.
L'articulation du complexe de la recherche
1er volume : Abrégés des communications, 130 p.
2e volume : Texte intégral des communications, 324 p.
The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry : A Proceedings, 152 p.
L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique, 105 p.
L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.
La Macroscole - ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec : Quelle éducation? - Compte rendu, 134 p.
Qui fait tourner la roue? - Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, Exposé à débattre, par Karen Fish, 50 p.
La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, Exposé à débattre, par Douglas A. Roberts, 43 p.
Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.
La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique - Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.

Volume

3

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume III
Études de cas

avril 1984

Conseil des sciences du Canada
100, rue Metcalfe
17e étage
Ottawa, Ont.
K1P 5M1

© Ministre d'Approvisionnements et Services Canada, 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos
agents libraires agréés
et autres librairies,
ou par commande postale au

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Hull, Qué., K1A 0S9, Canada

This volume is also available in English
at the above address

N° de catalogue SS21-1/52-3-1984F
ISBN 0-660-91149-3

Prix – Canada : 10,95 $
Autres pays : 13,15 $

Prix sujet à changement sans avis préalable.

Étude de documentation 52

L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes

Volume III
Études de cas

Sous la direction de
John Olson
Thomas Russell

John Olson

John Olson enseigne la didactique des sciences à la faculté d'éducation de l'université Queen's. Il a enseigné la biologie dans des écoles secondaires du Canada et d'Angleterre, et il continue de s'intéresser aux problèmes que pose l'amélioration du programme d'études en sciences. Ses recherches portent actuellement sur la façon dont les enseignants utilisent la technologie micro-informatique en classe.

Thomas L. Russell

Thomas L. Russell enseigne à la faculté d'éducation de l'université Queen's. Il y donne, à l'intention des enseignants débutants ou expérimentés, des cours sur les sciences, les programmes d'études et l'amélioration des techniques d'enseignement. M. Russell a commencé sa carrière de dictaticien des sciences au Nigeria après avoir fait des études de 1er cycle en physique à l'université Cornell. Il est titulaire d'une maîtrise en éducation de l'université Harvard et d'un doctorat en philosophie de l'université de Toronto. M. Russell enseigne à Queen's depuis 1977, et il est actuellement en congé sabbatique au Mills College, en Californie, où il travaille à des études de cas portant sur des enseignants qui tentent d'innover dans leurs classes.

Table des matières

Avant-propos 9

Collaborateurs 11

I. Thèmes et questions à débattre : introduction aux études de cas 13

John Olson et Thomas Russell

II. L'enseignement des sciences à l'école primaire de Seaward 32

Mary M. Schoeneberger

III. L'enseignement des sciences à l'école primaire Trillium 68

Thomas Russell et John Olson

IV. McBride en trois volets : l'enseignement des sciences dans une école secondaire du cycle intermédiaire 102

Brent Kilbourn

V. Le programme de sciences au premier cycle du secondaire de l'école Northend 137

P. James Gaskell

VI. Les sciences à l'école secondaire de Derrick 166

Patricia M. Rowell

VII. Les sciences à l'école secondaire de Red Cliff 194

Lawson Drake

VIII. Lavoisier : l'enseignement des sciences dans une polyvalente 221

Pierre-Léon Trempe

IX. L'enseignement des sciences à l'école secondaire des Prairies 273

Glen Aikenhead

Publications du Conseil des sciences du Canada 311

Avant-propos

L'excellence en science et en technologie est essentielle à la participation active du Canada à la révolution engendrée par l'explosion de l'information. Les jeunes Canadiens doivent donc recevoir un enseignement des sciences qui soit de la meilleure qualité possible. Voilà l'une des principales conclusions du rapport intitulé « À l'école des sciences — La jeunesse canadienne face à son avenir » qui a été publié récemment par le Conseil des sciences.

Ce rapport est le fruit d'une vaste étude sur l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes entreprise par le Conseil en 1980. Le programme de recherche, élaboré par le Comité de l'enseignement des sciences auprès du Conseil, de concert avec chaque ministère de l'Éducation et association de professeurs de sciences du Canada, a été mené par une quinzaine de chercheurs à l'oeuvre dans chaque province et territoire. Des rapports provisoires de recherche, des exposés à débattre et des comptes rendus d'ateliers ont constitué la base d'une série de conférences tenues dans différentes régions du pays, au cours desquelles parents et élèves, enseignants et administrateurs, scientifiques et ingénieurs, représentants du monde des affaires et des syndicats ont envisagé les orientations à donner à l'enseignement des sciences. Les résultats des conférences ont ensuite servi à élaborer les conclusions et recommandations du rapport final.

C'est pour susciter un débat soutenu menant à une réforme réelle de l'enseignement des sciences au Canada et pour fournir une base de données utile à cette fin que le Conseil des sciences publie maintenant les résultats des recherches accomplies, sous la forme d'une étude de documentation intitulée « L'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. » Cette étude, qui porte le nº 52, ne renferme pas de recommandations comme telles mais vise à provoquer un approfondissement de la réflexion.

La présente étude de documentation comporte trois volumes rédigés sous la direction de MM. Graham Orpwood et Jean-Pascal Souque, chargés du programme de l'enseignement des sciences. Le premier volume, intitulé « Introduction et analyse des programmes d'étude », décrit la philosophie et la méthodologie de l'étude. Il comprend aussi une analyse des manuels de sciences utilisés dans les écoles canadiennes. Le deuxième volume, qui porte le titre « Données statistiques de base pour l'enseignement des sciences au Canada », fait état des résultats d'une enquête nationale effectuée auprès des professeurs de sciences. Le troisième volume, intitulé « Études de cas », a été préparé par MM. John Olson et Thomas

Russell, professeurs à l'université Queen's de Kingston (Ont.), en collaboration avec les chargés de programme et une équipe de chercheurs appartenant à différentes régions du pays. Ce volume renferme huit études de cas montrant comment se déroule l'enseignement des sciences dans les écoles canadiennes. Les noms des enseignants qui ont accepté d'être observés dans l'exercice de leurs fonctions, et ceux de leur école, ont été changés pour préserver leur anonymat.

Comme pour toutes les études de documentation publiées par le Conseil des sciences, la présente étude renferme les vues des auteurs, qui ne sont pas nécessairement celles du Conseil.

Le Directeur de la recherche
au Conseil des sciences du Canada,
James M. Gilmour

Collaborateurs

Glen Aikenhead, College of Education, université de la Saskatchewan
Lawson Drake, département de biologie, université de l'Île-du-Prince-Édouard
P. James Gaskell, faculté d'éducation, université de la Colombie-Britannique
Brent Kilbourn, Curriculum Department, Institut d'études pédagogiques de l'Ontario
John Olson, faculté d'éducation, université Queen's, Kingston
Patricia M. Rowell, département de l'enseignement secondaire, université de l'Alberta
Thomas L. Russell, faculté d'éducation, université Queen's, Kingston
Mary M. Schoeneberger, Atlantic Institute of Education, Halifax
Pierre-Léon Trempe, Faculté des sciences de l'Éducation, Université du Québec à Trois-Rivières

I. Thèmes et questions à débattre : introduction aux études de cas

John Olson et Thomas Russell

La conception des études de cas

Les soi-disant critiques et réorganisateurs du système scolaire doivent tirer profit des leçons importantes découlant des réformes apportées aux programmes d'études pendant les années. Même si ces réformes ont touché la plupart des matières, leur influence s'est particulièrement manifestée dans les matières scientifiques. Les concepteurs de ces nouveaux programmes semblaient souhaiter que leurs idées novatrices s'appliquent effectivement, et dans une large mesure, telles qu'elles avaient été conçues. Toutefois, les recherches entreprises par la suite ont révélé deux choses : ce qui se passe en classe est plus compliqué qu'on ne l'imaginait et les professeurs sont moins enclins au changement que ce qu'on avait prévu. En même temps, ces études ont semblé montrer que les nouveaux programmes de sciences étaient « meilleurs » que les programmes traditionnels, mais seulement parce que les critères utilisés pour les évaluer avantageaient par hasard les premiers. De façon générale, les élèves retenaient plus facilement les points sur lesquels les enseignants insistaient.

Ceux qui critiquent l'enseignement des sciences, aussi bien que les théoriciens du programme d'études au Canada, ont remarqué le rôle important joué par les enseignants dans la mise en relief de l'une ou de l'autre dimension de l'activité scientifique. Les critiques ne tendent pas à porter sur le contenu des cours de sciences mais sur la façon de le traiter, et plus particulièrement sur le manque apparent d'intérêt pour l'histoire des sciences ou pour les rapports entre la science et la technologie au Canada.

Les présentes études de cas sont conçues pour examiner les lignes de force adoptées par les enseignants pour la matière qu'ils enseignent. Dans cet examen, nous admettons que les enseignants jouent un rôle de premier plan dans la définition de ce qui peut se passer et se passe réellement en classe. En préparant et en dispensant leur enseignement, les enseignants font intervenir leurs propres modes de pensée et leurs croyances particulières. On peut déduire directement de ce qui se passe en classe les lignes force du programme prévu par les enseignants, mais, pour évaluer la validité des déductions touchant la pratique et comprendre ce qui motive l'adoption de lignes de force particulières, il faut aussi, par un dialogue avec les enseignants, examiner leurs modes de pensée et leurs croyances à propos de la pratique, lesquels sont sous-jacents à ce qui se passe en classe.

Les études de cas qui font ici l'objet de rapports ont été entreprises dans huit écoles différentes au Canada. Chaque école a été étudiée par une personne possédant à la fois les compétences nécessaires en matière de recherche et une bonne connaissance de l'enseignement des sciences dans la région. Au cours de plusieurs mois, les enquêteurs ont recueilli sur place des données d'observation et d'entrevues et analysé des documents, au moyen de stratégies qu'ils avaient mises au point lors d'une conférence de planification qui a précédé le travail proprement dit. Ce groupe de recherche sur les études de cas comprenait Glen Aikenhead, Lawson Drake, Jim Gaskell, Brent Kilbourn, John Olson, Pat Rowell, Tom Russell, Mary Schoeneberger et Pierre-Léon Trempe. Graham Orpwood fut dès le départ associé au travail en qualité de conseiller et de critique bienveillant.

Les écoles choisies l'ont été de façon à représenter des régions et des milieux scolaires variés. Dans ces écoles, on a rassemblé des renseignements variés – par exemple des renseignements sur ce qui se passait en classe, sur les documents utilisés par les enseignants, sur ce que disaient les enseignants de leur travail – pour obtenir le tableau le plus complet possible de l'enseignement des sciences tel qu'il se fait. À mesure que se poursuivait l'observation, les hypothèses naissantes étaient vérifiées, modifiées et développées. L'accès direct sur les lieux s'est révélé important, parce que les données recueillies sont assez complexes et les significations à en tirer assez incertaines pour amener les chercheurs à observer eux-mêmes ce qui se passe en classe et à en discuter avec les enseignants. Ce n'est qu'après l'examen de plusieurs options que l'on a choisi cette méthode particulière.

Afin d'examiner l'état d'avancement de la méthodologie des études de cas et de discuter des bases les plus propices pour entreprendre cette série d'études, l'équipe de recherche s'est réunie pendant quatre jours en février 1981. La réunion a permis d'identifier un certain nombre de questions à considérer dans chacune des écoles, questions reliées à ce qui se passe en classe et à l'école et à la manière dont les enseignants l'interprètent. Les études de cas devaient être centrées sur le vécu de l'enseignement des sciences dans la mesure où il subit l'influence de l'enseignant, des

manuels et d'autres facteurs qui composent l'environnement de la classe. On devait analyser ces événements pour déterminer quelles dimensions de la matière enseignée sont privilégiées par les enseignants, de quelle façon ceux-ci « socialisent » leurs élèves, et l'interaction entre ces deux facteurs. Enfin, les enquêteurs devaient examiner les objectifs des enseignants touchant leur activité pédagogique pour déterminer quels facteurs de l'environnement éducatif, à leurs yeux, façonnent ce qui se passe en classe. La discussion sur la façon d'utiliser ces idées a occupé une bonne partie de la première réunion.

Tous les enquêteurs se sont inspirés d'un certain nombre de stratégies qui ont été discutées longuement à la première réunion et ont constitué le contexte de la conduite de ces études. Ces stratégies touchaient la manière de choisir les écoles, d'y avoir accès, les règles d'éthique concernant notre travail auprès d'enseignants particuliers et d'autres sujets semblables. Les stratégies qui suivent ont été définies pour la totalité des huit études de cas. Le personnel à qui nous nous sommes adressés dans les écoles devait être prévenu qu'il pouvait, à n'importe quel moment et sans préjudice, mettre fin à sa collaboration. Il devait aussi être informé de son droit de prendre connaissance de ce qui s'écrivait sur lui et de rectifier les inexactitudes relevées dans tout exposé de fait à son sujet, d'examiner les interprétations faites à son égard et de faire imprimer d'autres interprétations dans le rapport final et, en dernier ressort, d'y faire radier des faits et des interprétations le concernant.

Avec la mise en marche de la recherche, à l'automne 1981, nous avons visité chacune des écoles en vue de comparer nos notes, de sonder le terrain et de déceler les problèmes éventuels au tout début de la recherche. Ces visites ont inspiré un certain nombre de questions de méthodologie, questions qui ont été rassemblées sous forme de rapport à l'intention de l'équipe de recherche. Lorsque cette dernière se réunit de nouveau en juin 1982, soit environ seize mois après la première réunion de planification, elle tenta de définir ce que révélaient collectivement les études de cas sur le travail des professeurs de sciences.

Dès le départ, il fallait évidemment tenir compte des différents niveaux d'enseignement à l'intérieur du système scolaire. Il n'y avait guère à douter que le programme d'études, l'enseignement et le contexte de l'enseignement aux divers niveaux présentaient des différences importantes. Les enseignants du primaire et des deux cycles du secondaire semblaient oeuvrer dans des « univers » bien différents et, à notre avis, il eût été dangereux de supposer que les catégories que nous pourrions employer pour parler du travail de ceux qui enseignent au secondaire vaudraient, par exemple, pour les enseignants du primaire. En plus des grands écarts de connaissance de la matière enseignée de la part des enseignants et des moyens disponibles pour enseigner les sciences, il y a la diversité des objectifs d'enseignement poursuivis aux différents niveaux. Ces objectifs globaux et leur concrétisation forment un contexte qui influe sur la manière d'enseigner les sciences.

En guise de résumé de ces observations, nous nous rendons compte que nous devons examiner comment la matière scientifique s'insère dans le travail quotidien de celui qui l'enseigne. Les études de cas montrent qu'en pratique les enseignants se préoccupent de maintenir leur crédibilité, d'exercer leur influence, d'avoir accès aux ressources; qu'ils sont aux prises avec les attentes extérieures et la réalité de la classe, avec leur manque d'habileté à enseigner les sciences comme les novateurs imaginent qu'ils devraient le faire; qu'ils ont à satisfaire les *attentes* des autorités et à résoudre les conflits entre ce qui intéresse les élèves et les exigences de la matière.

Nous avons constaté un tissu complexe de facteurs connexes dans la façon dont les enseignants abordent leur travail. Dans ce qui suit, notre tâche consiste à éclaircir la conception des enseignants touchant ces facteurs et à identifier les préoccupations sous-jacentes et constantes qui semblent leur inspirer la résolution des tensions que suscite leur travail. En combinant la connaissance des décisions que prennent les enseignants, le cadre de ces prises de décision, et les facteurs dont ils subissent l'influence, nous serons en mesure, croyons-nous, de mieux comprendre pourquoi les enseignants agissent comme ils le font dans leur classe, et de nous représenter comment les sciences s'enseignent dans les écoles que nous avons étudiées. Nous espérons que ces études de cas, en informant les preneurs de décisions des contraintes et des conflits auxquels font face les enseignants dans leur quotidien, donneront une certaine idée de ce qui pourrait se produire si des pressions s'exerçaient pour changer certaines pratiques des enseignants. Si nous pouvons aider les preneurs de décisions à comprendre ce que pourraient être les conséquences d'un bouleversement des équilibres précaires créés par les enseignants pour s'acquitter de leur tâche, nous aurons alors été utiles aux délibérations sur l'avenir de l'enseignement des sciences au Canada.

Les études de cas : les grands thèmes

Les observations qui suivent visent à aider le lecteur à situer les domaines qui peuvent l'intéresser à l'intérieur de chaque étude de cas. Ici, les observations se divisent en trois parties, témoignant des trois niveaux de l'enseignement primaire et secondaire. Nous appelons *enseignement primaire* les années de la maternelle jusqu'à la 6e; *enseignement du 1er cycle du secondaire*, les 7e et 8e années jusqu'aux 9e et 10e années; et *enseignement du 2e cycle du secondaire*, les 9e et 10e années jusqu'aux 12e et 13e. (Il faut une certaine élasticité des limites pour tenir compte des variations entre les provinces au Canada.) À partir de ces études de cas à chaque niveau, nous avons défini de grands thèmes qui servent à organiser nos observations sur le niveau dont il s'agit. Quoique les exemples qui illustrent les thèmes puissent être tirés d'un cas ou de l'autre, chaque observation est faite en tenant compte de l'ensemble des écoles de ce niveau. De plus, nous avons relié l'information sur ce qui se passe en classe à l'information sur le contexte dans lequel ce travail se déroule, et à ce que les enseignants disent de leur travail. De cette façon, nous avons tenté d'établir un lien

entre ce que pensent les enseignants de leur travail et ce que nous avons observé de ce travail dans leurs classes.

Il va sans dire que notre analyse de cas implique des jugements sur l'importance relative des événements dans les classes de sciences, sur leur lien avec l'exposé qu'en fait l'enseignant et sur les interprétations fournies par les enquêteurs. Nous espérons que ces observations inciteront les lecteurs à examiner les cas en détail et à confronter l'exposé de ces cas avec leurs propres impressions. Si la discussion qui va suivre peut être interprétée comme une généralisation, il serait très inconvenant d'effectivement interpréter nos commentaires comme un ensemble de généralisations sur l'enseignement des sciences au Canada. Notre intention consiste à établir des relations possibles entre des faits recueillis dans chacune des huit écoles. Nous mettons en relief des thèmes et des questions à discuter dans le but de fournir un guide à l'usage du lecteur qui examinerait l'enseignement des sciences dans d'autres contextes qui lui sont plus familiers. De même, les membres du groupe de recherche qui proposent ces études de cas ont conçu et appliqué des façons d'observer des événements et des acteurs dans huit écoles en espérant que ces façons, ou des façons semblables se révéleront utiles à d'autres.

Avant d'aller plus loin, nous désirons remercier les enseignants qui ont participé à ces études de cas. Nous espérons avoir lu avec compréhension ces rapport sur leurs pratiques; nous nous sommes efforcés de comprendre comment les enseignants abordent leur métier. Leur travail est compliqué et ces études ne jettent qu'un début de lumière sur ce qui se passe dans les classes de sciences.

L'enseignement primaire

Deux études, Seaward et Trillium, partie II, fournissent des données sur l'enseignement primaire, période de formation où l'on consacre jusqu'à 10 % du temps d'enseignement à apprendre les sciences. Il est compréhensible qu'une matière qui occupe une faible partie du temps global consacré au programme d'études fournisse une tâche différente de celle de l'enseignant des 1er et 2e cycles du secondaire, où ceux qui enseignent les sciences les enseignent ordinairement la plus grande partie de chaque jour. Les sciences exigent du temps de préparation, l'accès à du matériel et de la confiance en soi. Malheureusement, au moins à court terme, une « préoccupation de 10 % » ne constituera vraisemblablement pas une expérience de nature à susciter la confiance en soi chez l'enseignant, étant donné que l'expérience de l'enseignement des sciences, au primaire, représente une si faible partie de la charge quotidienne d'enseignement.

Deux instituteurs sont attentifs à la curiosité des enfants au sujet des phénomènes que les sciences peut expliquer. Tous deux sont également attentifs aux différences d'attitude envers les sciences que présentent les garçons et les filles, en tant que groupes. Il se peut que la dernière partie de l'enseignement primaire soit la période où commencent à se manifester nettement des différences importantes d'attitude dans des façons de penser

qui peuvent persister toute la vie. Des institutrices de ce niveau ont décrit l'importance des intérêts des jeunes enfants et les occasions d'apprendre qui se présentent à eux au cours d'une année scolaire, pour suivre les intérêts reliés aux sciences chez ces enfants. Par exemple, les dinosaures sont un sujet scientifique commun durant la première ou les deux premières années scolaires; les cobayes, les gerbilles et les poissons sont des animaux familiers dans les classes de ces institutrices qui sont disposées à faire le travail qu'il faut pour en prendre soin. Un instituteur a installé un ordinateur dans sa classe et a constaté que l'appareil attire l'attention des garçons qui s'intéressent aux sciences, groupe qu'il a décidé de mettre au défi plutôt que de se satisfaire de la « médiocrité » de l'ensemble de la classe. L'étude de cas à l'école Seaward se termine sur un compte rendu d'une journée « ordinaire » qui aidera le lecteur à se familiariser avec l'enseignement des sciences du niveau primaire.

À ce dernier niveau, comme aux deux cycles du secondaire, les enseignants sentent la pression du temps. Quelques-uns réagissent à cette pression en intégrant l'enseignement des sciences à des sujets connexes dans d'autres domaines du programme d'études. Aux yeux de l'un d'entre eux, ce n'est pas là éviter les sciences, mais les relier à d'autres aspects du programme d'études, comme aide à l'efficacité de l'enseignement et au meilleur emploi du temps dont elle dispose. Dans la répartition de leur temps, les instituteurs et institutrices ont à subir des contraintes qui ne touchent pas les enseignants des 1er et 2e cycles du secondaire. Aux yeux de ceux qui sont à l'extérieur du primaire, l'intégration peut donner l'impression d'une édulcoration de l'expérience scientifique dans ces années-là. La nature de l'intégration ne peut se juger qu'en observant l'enseignant qui affirme l'utiliser et en parlant avec lui. La question de l'intégration et de ses répercussions sur l'apprentissage des sciences dans les années subséquentes est importante pour la planification des programmes de sciences.

Au sein de leur école, les quatre enseignants en sciences au primaire qu'on a observés ont tendance à se retrouver isolés, non pas par choix mais du fait des circonstances et de la tradition. La collaboration avec les autres enseignants est difficile à organiser et à maintenir. La présence d'un « spécialiste » dans une école ne semble pas être un moyen efficace de diffuser des idées sur l'enseignement des sciences. Dans un cas, deux enseignants ont constaté que les ateliers et la documentation provenant de l'extérieur de l'école sont utiles pour acquérir la confiance en soi dont ils font preuve maintenant dans l'enseignement des sciences.

Le 1er cycle du secondaire

Trois études sont centrées sur le 1er cycle du secondaire: Northend, McBride et Trillium, partie I. Dans ce cycle, les enseignants insistent de façon particulière pour « voir toute la matière » dans le temps dont ils disposent. « Voir toute la matière » veut dire s'assurer que la « bonne » explication figure dans les notes de l'élève. Par exemple, à Northend, où l'on insiste sur l'observation des instructions contenues dans le manuel de

laboratoire, les notes de cours étaient distribuées aux élèves qui étaient ensuite invités à les « illustrer » au laboratoire. Les « bons » diagrammes étaient fondés sur le manuel et non pas sur les données réelles recueillies au laboratoire, comme c'est le cas des diagrammes employés pour représenter la réflexion de la lumière.

À McBride, le chef de département produit des fiches d'activités que les autres enseignants utilisent au lieu du manuel. Ces fiches contiennent les instructions pour le travail en laboratoire, instructions suivies principalement de questions de rappel récapitulant la terminologie. On recourt largement aux films fixes avec les fiches d'activités, films dans lesquels on insiste aussi sur le vocabulaire technique. Le manuel est utilisé comme « ressource ». Les élèves transcrivent dans leurs cahiers de notes l'information tirée des fiches. De même, à Trillium, le travail est régi par des notes au tableau noir ou des feuillets qu'on distribue; le manuel demeure une ressource qu'on utilise à l'occasion. À Trillium également, on met l'accent sur la terminologie « juste » et l'on s'assure que les élèves ont dans leurs notes la définition « approuvée ».

Ces écoles du 1er cycle du secondaire donnent l'impression que les élèves ont à « voir » une quantité considérable de matière. Au coeur de cette étude de la matière, se trouve l'insistance sur le vocabulaire spécialisé des sciences, et l'acquisition de ce vocabulaire est contrôlée au moyen de notes et de fiches d'activités conçues par les enseignants. Le travail en laboratoire se fonde aussi sur des feuillets distribués par les enseignants ou sur les instructions du manuel. Obéir aux instructions et se rappeler la terminologie sont des activités essentielles des leçons de sciences dans ces écoles du 1er cycle du secondaire.

Tous les enseignants du 1er cycle ont fait ressortir des aspects non pédagogiques de leur métier qui, estiment-ils, contribuent à leur efficacité auprès des adolescents avec lesquels ils travaillent. À Northend, où les enseignants ont des diplômes en sciences, l'accent porte sur la matière, mais on s'efforce jusqu'à un certain point d'établir un « lien » entre la matière et la vie des élèves. Les enseignants de cette école ont dit vouloir rendre leurs cours plus *pertinents*, mais il ont indiqué que certaines contraintes les en empêchent. À McBride, les professeurs de sciences jouent des rôles importants dans les activités sociales de l'école. D'après eux, leur activité extérieure au programme de sciences est importante et ils insistent sur l'acquisition de « compétences » sociales, comme sens de responsabilités, par l'observation des règles de « bonne conduite » dans les cours de sciences. À Trillium, les expositions et les manifestations scientifiques (collections étudiantes sous forme de coupures de journaux) servent à promouvoir l'intérêt pour les sciences et à montrer qu'il existe un lien avec « l'extérieur ». À leurs yeux, en accomplissant du travail d'exposition scientifique, les élèves s'exercent à la « méthode scientifique ».

Dans les propos des enseignants sur leur travail, la contrainte du temps est tenue pour un problème important. À Northend, au dire des enseignants la correction des épreuves et devoirs et la préparation des cours

prennent beaucoup de temps, d'autant plus que le régime des semestres les presse de passer à travers la matière. Toujours selon les enseignants, à cause de cette contrainte, ils ne peuvent pas inclure beaucoup de matière sur les interactions science-société. Voir la matière prescrite par le Ministère contribue au sentiment de tension éprouvé par ces enseignants. À McBride, les directives du Ministère obligent les enseignants à voir une grande quantité de matière, ce qui fait dire à l'un d'eux qu'il n'y a pas de temps pour les discussions engageant toute la classe. De même, à Trillium, l'utilisation efficace du temps constitue le premier critère d'un enseignant pour choisir ce qu'il faut enseigner. On a invoqué le manque de temps comme raison de ne pas faire plus de travaux en laboratoire ou sur le terrain, l'apprentissage du vocabulaire de la matière enseignée exigeant tout le temps dont il dispose.

Ces enseignants du 1er cycle du secondaire se préoccupent de l'intérêt manifesté par les élèves et de leur bon comportement. Un enseignant de Northend a parlé du surcroît d'énergie qu'exige l'enseignement à des élèves du 1er cycle du secondaire; de même, à McBride, on est ennuyé quand les élèves se conduisent mal, en particulier, dans le cas d'élèves qui ne choisissent pas d'entreprendre des études supérieures. À Trillium, l'enseignant veille à ce que les élèves ne prennent pas à la légère le travail en laboratoire. Il note que, s'il y a quelque signe de mauvais comportement dans les séances de laboratoire, il met fin à ce travail des élèves et il substitue une démonstration, privant ainsi les élèves de l'expérience directe en guise de punition pour leur mauvaise conduite.

Ces enseignants du 1er cycle ont dit clairement qu'il n'était pas facile d'enseigner à leurs élèves; la maîtrise de la classe est une préoccupation fondamentale de leur travail et intéresser les élèves est prioritaire dans leur préparation de cours. À Northend, par exemple, les enseignants s'attristent du manque d'intérêt des élèves pour le travail de laboratoire qu'ils organisent. Ils ont aussi parlé de la difficulté qu'ils éprouvent à engager les élèves sur le plan intellectuel. À McBride, les enseignants parlent de leur souci d'aider les élèves à se sentir « à l'aise » avec la matière et, à Trillium, l'enseignant se préoccupe d'atténuer la crainte des sciences chez l'élève, crainte qu'il attribue aux attitudes des enseignants à l'égard des sciences dans les premières années d'écoles. Il encourage les élèves à exprimer leurs sentiments à son égard et au sujet de leur travail. Quoique ces enseignants tiennent en haute priorité la maîtrise de la classe, ils n'en sont pas moins perplexes quant à l'intérêt inhérent au travail qu'ils font accomplir à leurs élèves, travail qui aurait pu améliorer leur maîtrise de la classe en suscitant l'intérêt des élèves.

Les enseignants du 1er cycle du secondaire ont insisté sur l'importance des notions de base et des normes de précision et de minutie auxquelles les élèves devraient s'astreindre. La précision est au coeur de leur propre conception d'une vision « scientifique » des problèmes. À Trillium, un enseignant est rigoureux quant à la transcription minutieuse des notes et aux réponses complètes à apporter aux questions des devoirs. Toutefois,

il ne s'inquiète pas de la rédaction des rapports d'expériences; à son avis, cela pourra venir plus tard. Il insiste sur la rédaction de bonnes notes de cours, qui pourront faciliter la révision en vue des examens. À ses yeux, ces notes constituent les fondements de l'année qui suit. À McBride, les enseignants ont dit que l'apprentissage des *notions de base* prépare les élèves pour la 9e année. La précision des graphiques dans les notes de cours des élèves facilite, disent-ils, la révision pour les examens, tout en reflétant le processus « expérimental ». Les enseignants de Northend ont aussi souligné l'importance de préparer les élèves pour l'année qui suit; s'assurer que les « bonnes » réponses sont inscrites dans le cahier de notes fait partie de l'établissement de fondements pour plus tard.

Comment interpréter cette forte insistance des enseignants sur l'ordre, les notions de base, les instructions à suivre et les explications « approuvées »? Cet accent mis sur la certitude, la précision, la « bonne » réponse s'oppose à l'accent mis sur l'investigation scientifique et à la nature conceptuelle et provisoire de la connaissance scientifique. Nous devons, en premier lieu, tenir compte de la quantité de matière que ces enseignants doivent traiter; selon leurs propres dires, elle paraît considérable. Compte tenu aussi de ce que la matière scientifique est présentée comme un ensemble de faits et que sa terminologie est « officiellement » considérée comme importante, il n'est pas étonnant qu'ils la traitent comme un produit à livrer. En deuxième lieu, la matière enseignée est le principal moyen de susciter l'intérêt de l'élève et d'orienter ses énergies dans les voies approuvées. Toujours d'après les enseignants, ce n'est pas une mince tâche : de canaliser les énergies des élèves. Comment y parviennent-ils? Ils insistent sur les notions de base, la prise de notes de cours minutieuses et précises; transcrire le contenu des feuillets d'activités et des notes écrites au tableau est affaire courante et, lorsqu'il y a travail en laboratoire, l'accent porte sur l'exactitude des instructions et de l'information inscrite dans les cahiers de notes. Pour ces professeurs, ces activités hautement prévisibles sont précieuses, de toute évidence parce qu'elles permettent la révision facile de la matière en vue des examens et parce que l'information ainsi accumulée assure les fondements pour les cours de l'année scolaire qui suit. Ces activités permettent de maîtriser et de canaliser les énergies des élèves puisque les enseignants peuvent tenir les élèves occupés à des travaux qui n'ont rien d'ambigu. Le rôle de ces activités routinières dans la surveillance du comportement des élèves paraît évident. Troisièmement, les enseignants ont tendance à utiliser leur propre matériel plutôt que les manuels scolaires pour orienter l'activité et lui fournir un contexte. L'enseignement à partir du manuel ne prédomine pas; c'est plutôt celui de la dictée de notes de cours et de l'observation des instructions qui prédomine.

Les documents officiels fournis par les ministères de l'Éducation influencent à la fois la nature de la matière présentée et, de façon moins directe, le mode de présentation. Aux yeux de ces enseignants du secondaire, 1er cycle, le travail en classe satisfait au mandat qui leur est confié par les auteurs des programmes officiels et, en même temps, garantit

que les élèves seront prêts à passer à l'année suivante pour s'attaquer au travail exigé d'eux. Les enseignants justifient les habitudes d'ordre que fait naître la conformité aux travaux de base par aide qu'elles fourniront aux éléves pour compléter leurs années et par le fait qu'elles permettent aux élèves de vivre l'expérience, ne serait-ce qu'un moment, de ce à quoi pourrait ressembler d'être un scientifique.

Pour les enseignants, le fait d'être pressés par le temps constitue un motif de ne pas introduire dans un système bien ordonné et cohérent toute activité qui pourrait en bouleverser le bon fonctionnement des choses. Le système en vigueur leur procure un but et une orientation, canalise le comportement des élèves dans les voies souhaitées et permet à ceux-ci de terminer leur année avec succès et de passer facilement à la suivante.

Cependant, le problème n'est peut-être pas qu'on manque de temps pour d'autres méthodes ou de nouvelles matières. L'enseignement à des adolescents du 1er cycle est peut-être difficile, ainsi que le choix d'un contenu de cours approprié (en particulier pour des non-spécialistes); peut-être les enseignants trouvent-ils que se conformer rigoureusement au contenu approuvé et bien défini précisé par les ministères de l'Éducation est une base sûre pour élaborer des notes de cours, des instructions pour le laboratoire, des stratégies d'enseignement et des examens. Ce conformisme paraît apporter plus de sécurité aux enseignants que la volonté de privilégier la démarche scientifique ou les rapports sciences-société.

On pourrait peut-être soutenir que ces enseignants ne profitent pas des possibilités qu'offre l'étude des sciences pour la formation générale, surtout l'apprentissage du rôle des sciences dans la société et la technologie. Quoiqu'ils exploitent ces possibilités dans une certaine mesure, et peut-être plus qu'ils ne sont officiellement encouragés à le faire, les enseignants n'en profitent pas assez; ni par rapport à ce que les élèves attendent d'eux, ni par rapport à ce que les changements sociaux attendent de leurs élèves. Cette question est déjà, et sera certainement débattue de part et d'autre. Nous espérons que ces études de cas, accompagnées de l'avis des enseignants en ce domaine, nourriront ces débats.

Ceux qui voudraient modifier le système d'enseignement des sciences au 1er cycle du secondaire doivent garder à l'esprit les conséquences des innovations sur les problèmes qui se posent continuellement aux enseignants de ce niveau, spécialement à ceux qui ne sont pas spécialisés en sciences. Comment ces changements influenceront-ils les rapports entre enseignant, élèves et programme d'études? Que signifierait pour les enseignants et les élèves l'adoption d'une optique plus innovatrice de la matière? Quelles sortes de stratégies les enseignants emploieraient-ils par rapport à de nouvelles conceptions de traitement du contenu? Comment justifieraient-ils de telles stratégies aux yeux des parents et des élèves? Quels effets auraient sur la discipline en classe ces stratégies « moins fiables »? Et sur la motivation? Et sur l'évaluation et la promotion d'une année à l'autre?

Le 2e cycle du secondaire

Derrick, Prairies, Lavoisier et Red Cliff – les quatre études de cas de l'enseignement des sciences au 2e cycle du secondaire – font ressortir un certain nombre de dilemmes avec lesquels les professeurs de sciences de ces écoles sont aux prises . Au coeur de leur travail se manifeste la tension entre « voir » une grande quantité de matière obligatoire afin de préparer les élèves pour l'avenir et stimuler l'intérêt des élèves pour ce travail par une démarche scientifique qui exige du temps, qui peut être difficile à évaluer et qui, en elle-même, est problématique. Quoique la matière à enseigner soit précisée dans les programmes officiels et dans les manuels et qu'on se conforme de très près à ces derniers, les façons de rendre ce contenu intéressant et pertinent pour les élèves inspirent de l'incertitude aux enseignants du 2e cycle du secondaire.

À leurs yeux, la science est une méthode de précision caractérisée par des chiffres exacts et des blocs d'information hautement organisés comportant une terminologie spécialisée. En conséquence, ils se soucient de fournir aux élèves des notes de cours et un entraînement à la résolution des problèmes, essentiels à la réussite aux examens où l'accent porte sur le rappel de données et la solution de problèmes numériques. D'après ces professeurs, cette façon d'aborder l'enseignement des sciences est à la fois satisfaisante pour eux et nécessaire pour leurs élèves. La tâche est relativement bien définie et l'activité étudiante qui en résulte permet aux élèves d'obtenir de bons résultats aux examens, d'acquérir des habitudes souhaitables et de se préparer pour le même genre d'activité dans les années subséquentes et à l'université.

Les professeurs peuvent envisager différemment l'enseignement des sciences. Par exemple, ils peuvent mettre l'accent sur la démarche scientifique, établir des liens entre les sciences et les questions sociales ou des liens entre les sciences et la technologie. Ces façons de procéder ne leur paraissent pas alors des activités essentielles, mais des moyens de stimuler l'intérêt des élèves. Les enseignants disent éprouver bien des doutes pour ce qui est de faire de ces façons d'aborder leur enseignement l'essentiel de leur travail, jusqu'à un certain point parce que les documents qu'ils utilisent pour guider leur tâche ne mettent pas l'accent sur ces activités et aussi parce qu'ils se demandent comment fonder leurs activités en classe sur ces manières de voir. Il semble bien que leur opinion sur une vision différente de l'enseignement des sciences découle de leur façon de concevoir la nature des sciences elles-mêmes.

C'est dans leur conception du travail en laboratoire qu'on peut voir le plus nettement comment les professeurs envisagent la nature des sciences qu'ils enseignent. Dans ces cas, ils voient, presque sans exception, le travail de laboratoire comme une illustration des faits et des théories présentés en classe. Ce qui se passe dans les laboratoires confirme aussi ce qui s'est dit en classe. Par exemple, à l'école secondaire de Derrick, un enseignant a insisté sur les résultats que les élèves devraient obtenir pour que le travail en laboratoire soit bien exécuté. Un autre a insisté sur la notation scientifique et un troisième a ajouté que les élèves devaient emmagasiner une banque de données précises dans leur « ordinateur », entendant par là dans leur propre mémoire. Ce que font les élèves en laboratoire, c'est d'obtenir des données précises. La même opinion a été exprimée par un enseignant

de l'école secondaire de Red Cliff, qui a fait ressortir l'importance de la précision des mesures et la recherche de la bonne réponse. À ses yeux, en effet, les mesures constituent la base du travail scientifique de ses élèves.

De l'avis d'un professeur de physique, à Red Cliff, les travaux de laboratoire sont censés renforcer la théorie présentée dans le cours; dans les problèmes soumis aux élèves, ce qui compte, c'est d'obtenir la bonne réponse. Ce que l'on tient pour important, c'est de travailler en vue « du résultat prévu » et, en biologie, on insiste aussi sur la « propreté » et l'on encourage les élèves à se montrer « appliqués ». À Lavoisier, le travail de laboratoire vise à « concrétiser » les idées évoquées dans les leçons. Là, on a vu les élèves se conformer à des instructions écrites précises mais, apparemment, sans comprendre quel était le but du travail de laboratoire ni ce que pourrait en être la conclusion.

À la recherche des « bonnes » réponses en laboratoire, se relie le travail des élèves sur les problèmes de physique et de chimie. La façon de voir cette activité de « résolution de problèmes », de la part des enseignants, témoigne aussi de leur façon de concevoir la nature des sciences. À Derrick, les élèves qui apprennent la chimie passent beaucoup de temps à résoudre des problèmes afin d'appliquer les principes et d'obtenir les bonnes réponses. À l'école secondaire des Prairies, le professeur de physique juge très utile la résolution de problèmes quantitatifs parce que cela prépare les élèves à devenir méthodiques dans leur propre vie. De même, à l'école secondaire de Red Cliff, le professeur de physique espère que les élèves se rendront compte de la « logique » à la base de la résolution des problèmes, mais elle n'en est pas convaincue. À son avis, la résolution des problèmes favorise l'aptitude à organiser sa pensée, à se discipliner. À l'école Lavoisier, les élèves s'attaquent de façon régulière aux questions qui figurent à la fin du chapitre et, en agissant ainsi, ils paraissent se concentrer sur le « truc » pour résoudre les problèmes plutôt que de chercher à en comprendre le sens.

Les observations de nombreux professeurs du 2e cycle du secondaire révèlent que ceux-ci se demandent si les élèves comprennent ce qu'ils font pendant les cours de sciences et si, en prenant des façons différentes d'aborder la matière ils pourraient améliorer la compréhension. Si toutefois les professeurs ont une certaine idée de ce que pourraient leur apporter des méthodes différentes d'enseigner les sciences, ils s'accordent, dans l'ensemble, à considérer ces méthodes inapplicables dans leur cas, sauf comme stratégies ponctuelles destinées à motiver les élèves au cours et au laboratoire. Ils ne les considèrent pas non plus comme les points de départ d'explorations de la nature de la science ou des relations de cette dernière avec la société, ni comme moyen de donner un sens au travail quotidien des élèves.

Par exemple, la physique est présentée comme un bloc de connaissances fondées sur une observation soigneuse et précise, et cette précision justifie les conclusions. La science est envisagée comme si elle produisait des formules mathématiques pouvant servir à traiter des données en vue d'obtenir des nombres précis qui décrivent le monde matériel. On croit que la biologie est moins précise, mais qu'elle produit tout de même des connaissances organisées sous forme de taxonomies et de terminologie.

Quant à savoir comment les élèves bénéficient d'une telle façcon d'aborder l'enseignement des sciences, les réponses des enseignants font ressortir les objectifs de socialisation. On donne comme raison importante d'apprendre la matière proposée le fait d'obtenir d'excellentes notes et de progresser jusqu'à l'université. Outre cette insistance sur les notes et les diplômes, les professeurs affirment que travailler en laboratoire et suivre les instructions créent chez les élèves de bonnes habitudes d'application, de confiance en soi, de méthodologie, de l'investigation, d'objectivité, d'ingéniosité, d'ordre et de clarté. Ce qu'on ne trouve pas dans les observations des enseignants, c'est une vision des sciences comme base pour le développement des habiletés intellectuelles et morales.

L'insistance des enseignants sur l'apprentissage des sciences en tant que « corpus de vérités » et sur les dimensions « sociales » d'un tel apprentissage va de pair avec un certain nombre de problèmes auxquels ils font face dans le quotidien de leur enseignement. À leurs yeux, certains de ces problèmes découlent de leur façon d'enseigner, certains proviennent du tempérament des élèves auxquels ils enseignent, et d'autres du système scolaire dans lequel ils se trouvent. Cet accent sur les vérités de la science et sur la « socialisation » peut permettre aux enseignants de régler quelques-uns de leurs problèmes; mais cette insistance en crée d'autres.

Considérons la question des habiletés, des intérêts et des besoins des élèves. Les professeurs sont d'avis que nombre d'élèves ont de la difficulté à établir des rapports et à explorer par eux-mêmes les conséquences des théories scientifiques. Ils croient que les élèves ont besoin d'encouragements dans leur apprentissage. À leur avis, les parents veulent que les professeurs fassent « réussir » leurs élèves. Ils estiment que les élèves ont besoin d'eux pour leur « distiller » la matière. Ils sont d'avis que les élèves prennent plaisir à voir un « produit fini » au bout de la ligne. Ils croient aussi que les universités doivent se satisfaire de ce que font les professeurs. Ils ne s'estiment pas compétents pour diriger des discussions sur des questions « subjectives ». À leur avis, les élèves veulent des « bonnes notes » comme marque de réussite; ils croient aussi que les élèves sont facilement distraits, qu'ils souhaitent des réponses « toutes faites » et qu'ils ne savent ni lire ni faire des maths. Ces opinions, qui nous donnent une idée de la façon dont les professeurs de sciences interprètent la nature de leur travail sont essentielles pour comprendre ce qui se passe dans les classes et pourquoi cela se passe ainsi.

Étant donné ces opinions, nous pourrions peut-être tenir pour une réaction naturelle l'accent mis sur la socialisation. Les élèves sont encouragés à apprendre afin de bien réussir et d'obtenir de bonnes notes aux examens. Ce qu'il leur faut accomplir pour obtenir de bonnes notes et de bons bulletins est bien connu et on les exerce aux méthodes dont ils auront besoin. Aux yeux des élèves, le professeur est un guide nécessaire et fiable offrant une « carotte » pour les aider à organiser leur travail et à surmonter leur « paresse » et leur inaptitude à manier des relations abstraites. La matière enseignée, bien délimitée donne une nette idée du travail à

accomplir; la tâche est bien définie et les rapports entre le travail, l'élève et le professeur sont relativement évidents. La matière facultative, lorsqu'il en est proposé, peut être laissée de côté en toute sécurité parce qu'elle ne fera pas l'objet de questions à l'examen et ne fait pas l'objet d'ententes entre le professeur et l'élève concernant la réussite aux examens. Les enseignants ont tout loisir d'éviter la tâche hasardeuse d'aborder des questions « subjectives » où, dans bien des cas, ils ne se sentent pas compétents. C'est à montrer comment résoudre des problèmes et interpréter correctement le travail de laboratoire qu'ils sont le plus compétents; de leur propre aveu, c'est dans le traitement de questions qui n'ont pas nécessairement de réponses ou qui soulèvent des problèmes de valeurs qu'ils sont le moins compétents. Traiter de questions « toutes faites », c'est plus sûr et plus fonctionnel, compte tenu de leur façon d'interpréter leurs conditions de travail et ce que l'on attend d'eux.

Les enseignants font ressortir l'importance d'établir des rapports harmonieux avec leurs élèves. Comment, demandent-ils, y arriver? De toute évidence, en assurant leur « réussite », mais aussi en stimulant leur intérêt. À ce sujet, ils se disent préoccupés par l'intérêt que les élèves portent à leur travail pendant les cours de sciences et par le besoin de faire des « choses intéressantes ». Les activités facultatives, cependant, quoique « intéressantes », sont reléguées à l'arrière-plan. Plus qu'ailleurs, à l'école des Prairies, les enseignants ont parlé en termes élogieux de ces activités facultatives. Pour eux, un problème se pose clairement. Les activités intéressantes ne sont pas essentielles et le temps les presse de faire le « vrai » travail, qui est moins intéressant. De plus, ces activités sont souvent difficiles à enseigner. Il n'est peut-être pas étonnant pour ces raisons qu'elles ne trouvent que peu de place dans les activités de la classe même.

Un dilemme plus grave n'en persiste pas moins. Au-delà de l'intérêt, la question peut-être la plus importante que ces cas font ressortir est celle-ci : « Les élèves comprennent-ils ce qu'ils font? »Les constatations faites dans les études de cas portent à croire qu'ils ne comprennent peut-être pas toujours le contexte qui donne du sens au travail de laboratoire et à la résolution de problèmes qu'ils accomplissent. Qu'est-ce qui prouve que ce problème existe? À l'école de Derrick, par exemple, malgré l'accent mis sur la précision des mesures, les erreurs importantes dans les résultats expérimentaux ne font pas l'objet de discussions; l'accent porte sur la « bonne » réponse elle-même. Les dissections se font à la hâte et les rapports ne sont pas rédigés. À l'école des Prairies, les enseignants déplorent que les élèves ne consignent pas leurs observations dans leurs rapports de laboratoire. De même, à l'école Lavoisier, les élèves ne peuvent pas tirer de conclusions de leurs travaux de laboratoire; ils ne semblent pas savoir quel en est le but. Les enseignants disent que le temps manque pour examiner les conséquences du travail fait en laboratoire. À l'école secondaire de Red Cliff, une partie importante d'une expérience n'a pas été exécutée et les élèves ont été incapables de discuter d'une notion-clé en rapport avec les données. En biologie, encore à Red Cliff, les élèves font les

dissections mais on ne leur demande pas de mettre de l'ordre dans ce qu'ils ont trouvé au cours de leur travail.

Les enseignants sont conscients du problème de la compréhension chez les élèves et reconnaissent qu'une méthode « d'investigation », basée sur la démarche scientifique pourrait peut-être favoriser une meilleure compréhension. Cependant, dans l'ensemble, ils rejettent une telle méthode, et ceci, pour plusieurs raisons. À Derrick, un enseignant dit qu'il n'a pas envisagé d'autres méthodes parce que la routine quotidienne ne laisse guère de place à une telle réflexion. À l'école des Prairies, un enseignant prétend que ce genre de travail n'a aucun effet bénéfique. Un autre ne peut pas voir de valeur éducative à examiner les questions de sciences et de société et, un autre encore affirme, que l'étude de la nature des sciences empiète sur le temps réservé au contenu de la discipline, que ce n'est pas efficace. D'après un enseignant de l'école secondaire de Red Cliff, la stratégie de « découverte » est en réalité une « mise en présence d'idées soigneusement programmées ».

Ces enseignants se préoccupent *vraiment* de la signification que leurs élèves accordent aux expériences scientifiques et des possibilités offertes par des méthodes différentes de contribuer à une meilleure compréhension de la part des élèves. Il reste que, pour un certain nombre de raisons importantes à leurs yeux, ils ne se sont guère demandé comment ils pourraient intégrer ces méthodes de façon plus fondamentale à leur travail. D'autres objectifs pour la plupart incompatibles avec des stratégies originales, absorbent leur temps et leur attention.

Dans l'ensemble, ces professeurs déplorent n'avoir pas assez de temps pour proposer des activités facultatives et tiennent ces dernières pour des « digressions ». Cependant, s'ils disposaient de plus de temps, ces « digressions » leur paraîtraient-elles moins accessoires pour autant? Le statut d'infériorité accordé aux activités facultatives ne reflète-t-il pas plutôt leurs opinions sur leur tâche principale et sur la façon de l'accomplir le plus parfaitement? Compte tenu de ce que ces enseignants croient au sujet de leur enseignement, il ne faut pas s'étonner qu'ils enseignent les sciences comme un « corpus de vérités ». Certains considèrent avec scepticisme une telle façon d'enseigner les sciences. Cependant, pour favoriser des conceptions différentes et plus riches de l'enseignement des sciences, il nous faut considérer les opinions de ces professeurs dans le contexte plus étendu des définitions de « réussite » culturelle telles qu'acceptées par les élèves, les parents et le système d'enseignement; dans le contexte des modes d'organisation des écoles, de la formation scientifique des enseignants et de l'efficacité des programmes de formation des maîtres. Ces facteurs se placent au premier plan de toute tentative d'hypothèse sur l'évolution de l'enseignement des sciences au Canada. C'est sur de telles questions que portent nos dernières observations.

Les grandes questions à discuter : base de délibération

L'ensemble de ces études de cas vise à mieux faire comprendre comment

les enseignants abordent l'enseignement des sciences aux différents niveaux de l'école. Les questions qui, à notre avis, sont importantes pour les enseignants et pour l'examen de l'état actuel de l'enseignement des sciences, se regroupent sous les quatre grandes rubriques suivantes : intégration et options, socialisation, méthode d'investigation et compréhension et, enfin, changement.

Intégration et options : des façons d'organiser le programme d'études
Ce qui semble la principale préoccupation de l'enseignant du primaire – se conformer aux intérêts de l'élève – devient une source constante de frustation pour l'enseignant du 2e cycle du secondaire. Pour lui, le travail le plus « intéressant » à faire ne peut l'être faute de temps; il lui faut voir l'essentiel. Au primaire les enseignants ont la responsabilité de plusieurs matières. Au 2e cycle, par contre, les professeurs de sciences consacrent tout leur temps à l'enseignement des sciences : ils sont donc en mesure de mettre au point tout un répertoire de recettes qui ont fait leurs preuves. Au primaire les sciences occupent une faible partie du temps d'enseignement. Alors que les enseignants du 2e cycle se préoccupent d'identifier les sujets *scientifiques* à inclure ou à exclure, ceux du primaire peuvent trouver difficile le seul fait d'introduire les sciences dans leur programme. En adoptant la thèse de l'intégration, il est possible, dans les directives officielles, de parler de « sciences » dans les années du primaire sans définir ce que devraient être les sujets scientifiques, ni préciser comment ils devraient se rattacher aux études scientifiques ultérieures. Ainsi, au primaire, les enseignants peuvent se conformer aux intérêts des élèves tout en demeurant à peu près libres de suivre leurs propres intérêts. Une telle liberté peut influencer directement la quantité de sciences réelles dans leur enseignement. Cette façon de procéder est-elle une base suffisante pour définir le rôle des sciences dans les premières années de scolarisation d'un enfant?

Les enseignants des 1er et 2e cycles du secondaire doivent concilier les exigences du programme de base et des options. De même que les sciences tiennent une place marginale dans le programme d'études du primaire, les options semblent ne constituer qu'une partie de sciences au secondaire. Introduire des options, dans les documents officiels, permet de faire de la place aux sujets non traditionnels et aux méthodes innovatrices; il reste que, dans la pratique, les options, faute de temps, sont dans bien des cas reléguées aux oubliettes. Nous devons traiter avec prudence cette question de temps qui, pour les enseignants, semble une façon acceptable d'exprimer des préférences sans dire qu'il s'agit *effectivement* de préférences. Pour expliquer pourquoi certaines choses peut-être souhaitables ne se font pas, on invoque le manque de temps plutôt que d'avouer ses propres préférences. S'il est vrai que les enseignants oublient les options, dans quelle mesure le postulat du « minimum de base et des options » convient-il à l'élaboration des directives des programmes d'études?

La socialisation comme priorité

Que dire de l'insistance des enseignants sur l'exactitude des réponses, la rigueur des méthodes, les notions de base et les « faits » de science? Aux 1er et 2e cycles du secondaire, dans les domaines de base des programmes scientifiques, les enseignants assimilent les sciences à un « corpus de vérités ». Avec leurs élèves, ils abordent les sciences non pas comme une discipline de la curiosité, mais comme une discipline de la rigueur des méthodes et de la précision des calculs. Il est difficile de décrire la conception des sciences chez les enseignants du primaire étant donné le peu d'information dont nous disposons et la diversité presque infinie des méthodes d'enseignement des sciences à ce niveau. Puisque le discours sur l'intégration insiste sur la compétence intellectuelle générale, telle que la capacité de résoudre des problèmes, on pourrait dire que les enseignants voient les sciences comme une « exploration de l'étrange ». Cette vision contraste évidemment avec l'optique de la « précision » que les enseignants des années suivantes mettront de l'avant.

L'optique de la précision – celle qui donne priorité aux « bonnes » réponses, à la terminologie, aux chiffres exacts, aux notes de cours soignées et à la résolution de « problèmes » – semble jaillir, chez les professeurs de sciences, du souci d'inculquer de bonnes habitudes. Cette ligne de force de l'enseignement est souvent appelée « *socialisation* ». L'accent porte sur les priorités sociales : bonnes habitudes de travail, application, disponibilité et aptitude à se conformer aux instructions. Ce qu' on laisse dans l'ombre, ce sont les fonctions *intellectuelles* de la matière enseignée, en particulier la pensée critique et le bon jugement. Nous ne voulons pas minimiser les vertus de socialisation de l'enseignement des sciences : elles sont éminemment défendables. La question est de savoir si cette ligne de force sociale plutôt qu'intellectuelle est souhaitable pour l'enseignement à l'école. Étant donné la complexité du rôle des sciences aux niveaux culturel et politique, est-il encore sage de donner priorité à la socialisation?

La méthode d'investigation et la compréhension

Nous constatons que l'accent mis par les écoles sur le soin et l'application au travail permet aux enseignants de recourir à des méthodes pédagogiques en apparence fiables et sûres. Dans nombre de ces études de cas, les enseignants voient avec suspicion une façon d'enseigner les sciences basée sur l'investigation. L'existence de cette façon différente d'aborder la matière rappelle sans cesse qu'il y a effectivement d'autres possibilités pour l'enseignement des sciences, possibilités qui ne peuvent être réalisées que par l'adoption d'une optique différente concernant la matière scientifique et par une lutte pour établir de nouvelles priorités parmi les lignes de force de son enseignement. Des conceptions différentes de l'enseignement peuvent rappeler aux enseignants que, dans un monde idéal, ils préféreraient peut-être employer une méthode qui mette l'accent sur le développement à la fois social et intellectuel.

Pour de nombreux enseignants des deux cycles du secondaire, l'étude des sciences par l'investigation basée sur la démarche scientifique (à savoir engager les élèves dans des discussions sur ce qu'est ou ce que devrait être un cas) équivaut, pour parler sans détours, à travailler de façon inefficace. Comment voir toute la vaste matière imposée? Comment peut-on concevoir des examens valables et sûrs lorsque la méthode de l'enseignement est celle de l'investigation? Les réponses courantes à ces questions n'ont pas satisfait ces enseignants.

Là où des lignes de force basées sur l'investigation scientifique sont proposées – dans les sections facultatives des programmes officiels – on a tendance à ne pas en tenir compte ou à y recourir avec modération comme moyens de « motiver » les élèves. Néanmoins, les enseignants des deux cycles du secondaire se préoccupent de leurs méthodes habituelles d'enseignement des sciences. Ils s'inquiètent de l'intérêt des élèves pour leurs cours, qui mettent l'accent sur la transmission de faits : les élèves sont-ils motivés par de tels cours et, en outre, comprennent-ils les faits en rapport avec les méthodes et les théories scientifiques? Sans le contexte fourni par celles-ci et sans une bonne compréhension des implications sociales de la technologie basée sur ces théories, les faits et les lois scientifiques isolés risquent d'être considérés par les élèves comme des pièces d'un casse-tête toujours inachevé. C'est là un problème demeuré sans solution pour ces enseignants et un sujet important de délibération.

Dynamique du changement et dilemmes de la pratique

Les enseignants n'ont pas tous une formation scientifique et tous ne disposent pas de ressources abondantes, mais tous travaillent avec un grand nombre d'enfants dont les aptitudes varient considérablement, et dont le soutien familial varie encore plus. Il est très exigeant d'enseigner à des enfants qui présentent une telle gamme d'antécédents sociologiques et psychologiques. Ajoutons à cette difficulté l'absence de tout consensus nettement établi sur les objectifs véritables des écoles, et il en résulte une tâche ambiguë dont les limites ne sont guère définies. À notre avis, les enseignants résistent activement à ces forces, qui leur imposent des exigences illimitées, en interprétant et en exécutant leur travail d'une façon particulière. Compte tenu des incertitudes touchant la compétence dans la matière enseignée, le comportement des élèves et les objectifs de l'enseignement, nous ne nous étonnons pas de ce que les enseignants abordent leur travail par des moyens qui leur confèrent une certaine sécurité. Si nous acceptons cette opinion, il ne faut pas du tout s'étonner de ce qu'à tous les niveaux de l'enseignement des sciences il y ait prédominance de certaines perspectives en apparence limitées de la matière scientifique et de son rôle éducatif. Les enseignants, croyons-nous, réagissent aux multiples problèmes auxquels ils ont à faire face en favorisant les objectifs et les méthodes d'enseignement qui rendent leur travail moins ambigu et moins angoissant. Il n'est pas sage – c'est le moins qu'on puisse dire – de demander à des enseignants de changer leurs objectifs et leurs méthodes

sans tout d'abord tenir compte des raisons de leur comportement présent.

Cela dit, nous ne préconisons pas que cette situation dure indéfiniment sous prétexte que le système d'éducation est difficile à changer. Les sources d'un débat productif visant à l'amélioration des pratiques se trouvent chez les enseignants eux-mêmes. Ils connaissent les dilemmes inhérents à leur travail. Ils savent que des compromis se pratiquent constamment, et il est évident que nombre d'entre eux sont loin de se réjouir de ces compromis. Les dilemmes sont nombreux.

- Comment les enseignants peuvent-ils développer de bonnes habitudes de travail chez les élèves et soutenir leur intérêt pour les sciences?
- Comment les enseignants peuvent-ils inclure des sujets scientifiques au primaire lorsque la société exige qu'on enseigne les « matières de base »?
- Comment les enseignants peuvent-ils stimuler la pensée, en particulier au moyen des activités facultatives, et quand même voir toutes les matières obligatoires spécifiées dans les directives officielles?
- Comment les enseignants peuvent-ils canaliser les énergies des élèves sans supprimer l'imagination?
- Comment les enseignants peuvent-ils donner une juste idée de la nature des sciences tout en permettant à des élèves d'aptitudes différentes de comprendre les notions fondamentales?
- Comment les enseignants peuvent-ils concilier l'objectivité apparente de la matière scientifique et la subjectivité apparente des questions de valeurs liées aux sciences?
- Comment les enseignants peuvent-ils voir toute la matière et en même temps s'assurer que les élèves la comprennent?
- Comment les enseignants peuvent-ils satisfaire les attentes des parents et des élèves pour ce qui est des notes et des diplômes, tout en s'adonnant à des activités secondaires qui ne sont pas liées directement aux épreuves et aux examens?

Voilà les principaux dilemmes que nous voyons dans les propos tenus par les enseignants dans les cas étudiés. La façon dont les enseignants et les autres considèrent les compromis que les professeurs de sciences doivent faire, et la manière dont ils envisagent les conséquences de ces compromis pour réaliser les plus grandes promesses des sciences dans le programme d'études, sont des questions à étudier et à discuter plus à fond.

II. L'enseignement des sciences à l'école primaire de Seaward

Mary M. Schoeneberger

Le milieu

La communauté

Seaward est un joli petit village au bord de la mer niché au fond de criques et d'anses d'un magnifique littoral. Dans cette communauté rurale d'environ 1 500 habitants, une usine de pâtes et de papiers et l'exploitation forestière qui l'accompagne assurent une bonne part des emplois des habitants tant du village que de la campagne environnante. On exploite également dans la région de petites industries, dont l'hydro-mécanique, la machinerie spécialisée et l'artisanat; la plupart des autres habitants travaillent pour de petites entreprises ou sont à leur propre compte dans le commerce et l'artisanat. La pêche fournit quelques emplois. La plupart des pêcheurs travaillent sur de grands chalutiers appartenant à des sociétés, même si, dans quelques criques, loin du village, un certain nombre continuent d'exploiter leurs propres bateaux et tentent de conserver un mode de vie en voie de disparition rapide. Le chômage sévit dans cette région recherchée par les touristes attirés par les plaisirs de la voile et de la natation, les boutiques d'artisanat, la cuisine maison et les fruits de mer offerts sur les quais.

Seaward et ses environs forment une communauté stable établie de vieille date et comptent de nombreux habitants permanents nés dans la région. Des générations de familles, très majoritairement d'ascendance anglo-saxonne, continuent de vivre et de travailler ici, certains regroupe-

ments de familles ayant choisi de vivre rapprochés les uns des autres, comme en témoignent les boîtes aux lettres le long de la route. Le directeur de l'école estime que, si on radiait cinq ou six noms de famille des listes de classe des écoliers à l'école primaire, « cela ferait peut-être disparaître 30 % de la population scolaire ».

S'il faut en croire plusieurs instituteurs, les gens de la région sont enclins à se préoccuper avant tout de ce qui se passe près d'eux, surtout de ce qui les touche directement. Ils ne semblent pas conscients de ce qui se passe ailleurs dans le monde ni s'intéresser aux répercussions de ces événements sur eux, pas plus qu'ils ne s'inquiètent de savoir « quelle est leur place dans le grand ordre des choses à l'échelle nationale, voire internationale ».

De façon générale, on a tendance à résister au changement, surtout s'il risque de toucher quelqu'un personnellement. Toutefois la communauté tout entière s'oppose parfois à des choses auxquelles, d'après le directeur, « il faut résister », et il est arrivé que les parents « se soulèvent » pour appuyer leur point de vue sur une question importante à leurs yeux. Tel a été le cas, il y a quelques années, quand on a jugé nécessaire d'améliorer des services spéciaux pour les écoliers. La communauté s'était alors rendu compte qu'il fallait un spécialiste de la lecture. Elle exerça alors des pressions constantes. Quand on offrit un poste supplémentaire pour l'enseignement des arts, ces pressions eurent leur influence sur l'engagement d'un spécialiste de la lecture au lieu d'un professeur d'arts.

La lecture préoccupe la communauté, pas les sciences. À l'école, on semble d'accord pour penser que les sciences sont une question qui « n'en est pas une. » Ni le directeur, ni les instituteurs ne peuvent se rappeler d'un parent qui se soit informé du programme de sciences de l'école ou l'ait même mentionné. Les rares fois où le problème des sciences a été évoqué dans des réunions de parents et de maîtres, ce fut à propos des notes d'un élève ou peut-être d'une question sur un manuel. Au cours des années, dans ses rapports avec les conseillers, les conseils scolaires et les associations de parents, le directeur ne peut se rappeler qu'il ait jamais été question des sciences; pas plus d'ailleurs que de la santé, des sciences sociales ou des arts. La préoccupation première semble être pour les matières de base. Un enseignant de seize ans d'expérience dans le système scolaire a ainsi défini la préoccupation de la communauté pour la science :

> « Je suis bien sûr qu'on pourrait passer un an sans enseigner les sciences et que cela ne soulèverait aucun commentaire. Les parents considèrent la science comme du superflu peut-être. Je ne crois pas qu'ils la tiennent pour aussi importante que, par exemple, les maths (savoir additionner et soustraire) ou pouvoir lire. Une autre raison, peut-être, pour laquelle les parents ne considèrent pas la science comme importante, c'est la forme qu'ont prise les programmes du niveau secondaire au cours des ans; on choisit les cours de sciences si on le désire. La plupart n'ont pas pris de cours de sciences, à moins qu'ils ne se soient destinés à la médecine, aux soins infirmiers ou à

quelque autre domaine où c'était absolument nécessaire; autrement, on laissait ces cours-là de côté. »

L'école

L'école primaire actuelle de Seaward existe depuis deux ans. S'il faut en croire un enseignant d'expérience, il a fallu près de vingt ans de discours, de délibérations, de planification et de promesses pour que cette nouvelle école devienne réalité. Elle est située au sommet d'une colline qui, à l'arrière, descend graduellement vers l'océan sur plusieurs centaines de mètres. À côté de l'école et derrière les terrains de jeux, un boisé assure un secteur écologique parmi plusieurs autres.

La plupart des salles de classe sont des salles fermées, sauf une combinaison de maternelle et de 1ère année, une combinaison de 5e et de 6e années et deux classes de 7e année qui occupent les trois aires ouvertes de l'école. Quoique chacune de ces classes dispose de son espace propre, il arrive parfois que les instituteurs enseignent en équipe ou enseignent un sujet particulier aux deux années. Par exemple, dans l'aire des 5e et 6e, un enseignant se charge de toutes les sciences naturelles et l'autre, de toutes les sciences sociales. Toutes les classes ont une clientèle hétérogène, sauf les classes d'enseignement spécial.

L'école assure l'enseignement de la maternelle à la 7e année inclusivement. Près de quatre cents écoliers y sont inscrits, dont une centaine en 7e. À peu près 60 % des écoliers viennent à l'école en autobus; les autres peuvent s'y rendre à pied. La plupart des écoliers habitent dans un rayon de douze milles de l'école, même si quelques-uns, de 7e, habitent beaucoup plus loin.

Les classes de 7e se trouvent dans une aile isolée. Ce groupe commençant à travailler trente-cinq minutes plus tard que les autres, son horaire contribue aussi à le tenir séparé des plus jeunes. En certaines occasions, comme lors d'assemblées et de pièces de théâtre scolaire, toute l'école se réunit.

Le personnel de l'école comprend un directeur, quatorze enseignants (dont trois pour la septième) et sept éducateurs spécialisés pour l'enseignement spécial, la lecture, la musique, le français et l'éducation physique. Ce sont des femmes qui enseignent, sauf dans trois cas. Un personnel de soutien de sept personnes assure l'aide à la bibliothèque et au secrétariat, s'occupe du service du dîner à l'école et de l'entretien général de l'immeuble; des bénévoles collaborent à la bibliothèque, à l'enseignement spécial, à la lecture, à la thérapie de la parole et aux sorties sur le terrain.

Le programme d'études

Les lettres et les mathématiques sont la préoccupation première non seulement de l'ensemble de la communauté, mais aussi du ministère de l'Éducation, de l'école et des enseignants. Les recommandations du gouvernement provincial distribuent le temps d'enseignement comme suit :

En 1ère, 2e et 3e années :

lettres (y compris les sciences sociales)	55 %
mathématiques	15 %
sciences	10 %
éducation physique et hygiène	10 %
musique et beaux-arts	10 %

En 4e, 5e et 6e années

lettres (y compris le français)	40 %
mathématiques	20 %
sciences	10 %
sciences sociales	10 %
éducation physique et hygiène	10 %
musique et beaux-arts	10 %

En conséquence, le prospectus de l'école informe les parents que le programme du primaire insiste en tout premier lieu sur « le développement des aptitudes à la communication, – lire, écrire, écouter et parler »; on insiste ensuite sur les mathématiques, mais les sciences naturelles, les sciences sociales, la musique, les beaux-arts et l'éducation physique sont aussi au programme. Le français, enseigné de la 3e à la 7e année, est considéré comme faisant partie de l'enseignement des lettres.

Les enseignants considèrent aussi les lettres et les mathématiques comme les domaines les plus importants du programme d'études. Un enseignant a résumé tout cela en disant : « Eh bien, la lecture et les maths sont toujours les priorités et toutes les autres matières, – hygiène, sciences naturelles, sciences sociales, – c'est ce qui reste. »

On accorde 10 % du temps d'enseignement aux sciences. Selon ce mode de calcul sur un cycle de six jours, cette proportion représente en moyenne 120 minutes par cycle de la maternelle à la 2e année, et 150 minutes de la 3e à la 6e années. Sur les dix classes où l'on est censé dispenser l'enseignement des sciences de façon régulière, deux seulement le reçoivent pendant tout le temps qui lui est assigné officiellement. Dans la plupart des classes, on consacre beaucoup moins de temps aux sciences; et certaines classes en reçoivent peu ou pas du tout, du moins de façon régulière ou sous une forme qu'on pourrait identifier comme étant avant tout « des sciences ». Les raisons de cet état de choses semblent variées et nombreuses.

L'enseignement des sciences

Le programme

Les directives provinciales sur l'enseignement des sciences au niveau primaire établissent le cadre général de ce qu'on enseigne en sciences à Seaward. *STEM Science* (Addison-Wesley, 1977) est la toute première res-

source dont disposent les enseignants et les élèves : on fournit un ensemble de ces manuels aux élèves pour chaque année. Certains enseignants les suivent d'assez près, alors que d'autres se montrent sélectifs, préférant se servir du *STEM* comme ressource supplémentaire, comme guide, ou pas du tout.

L'école n'a pas de plan d'ensemble coordonné pour l'enseignement des sciences, même si, parfois, plusieurs enseignants peuvent être disposés à collaborer à la planification d'un programme pour plusieurs classes. Cette année, par exemple, les instituteurs des classes de 5e et de 6e ont tenté de coordonner leurs programmes en décidant quels sujets seraient enseignés dans chaque classe. Ils veulent ainsi éviter le double emploi et s'assurer que des sujets variés figureront au programme. On prévoyait que cette façon d'agir « réduirait le temps de planification » et permettrait aux enseignants « d'accomplir quelque chose en profondeur ». Au départ, ils ont choisi des sujets particuliers en conformité avec leurs intérêts et leurs compétences et ils ont convenu de rassembler le matériel nécessaire qu'ils partageraient par la suite. Afin de faciliter la mise en oeuvre de cette entente, les manuels de 5e et de 6e années devaient passer d'une classe à l'autre au fur et à mesure des besoins. Selon les enseignants, cette façon d'agir permettrait aux élèves de commencer leur 7e année avec un bagage semblable d'expériences scientifiques accumulées pendant leurs deux dernières années d'école primaire. Cependant, après plusieurs mois de l'année scolaire, il devint évident que ce système ne fonctionnait pas comme on l'avait envisagé. Les trousses de matériel n'ont jamais été rassemblées et, graduellement, les enseignants sont revenus à leurs programmes particuliers. Un enseignant a donné à entendre que le manque de communication a été la principale raison de l'échec du plan.

Le matériel didactique

S'il faut en croire un enseignant expérimenté, au cours des six dernières années, on a disposé beaucoup plus facilement qu'auparavant de matériel didactique pour l'enseignement des sciences. Pendant ce temps-là, on a mis à l'essai plusieurs modes d'utilisation du matériel didactique. Il y a environ cinq ans, un groupe d'enseignants du district, « mordus de science », décidaient de constituer des trousses de matériel didactique mises à la disposition de tous les enseignants. M. Blake, qui enseigne en 5e année, s'engagea à coordonner la mise au point des trousses à l'école Seaward, en utilisant des sommes fournies par les conseils scolaires et le syndicat local des enseignants. D'après M. Blake, le résultat de cette entreprise était que, « si vous deviez, par exemple, travailler sur les aimants, vous aviez de la laine d'acier, des aimants et une boussole. Tout était là dans la boîte et, si vous deviez enseigner ce sujet, il vous suffisait de prendre la boîte et vous aviez tout à votre disposition ».

Pendant plusieurs années, un certain nombre d'enseignants, surtout ceux des classes intermédiaires, ont fait bon usage des trousses, mais, étant donné qu'on n'avait pas planifié la circulation des trousses et leur entre-

tien, le matériel disparut graduellement et on cessa de s'en servir. Il n'existe toujours pas de planification pour l'utilisation du matériel de science dans l'école et ce matériel n'est pas non plus entreposé dans un local central. Ce manque d'organisation est source de frustration pour certains enseignants et est perçu comme un obstacle à l'enseignement des sciences.

Lorsque la nouvelle école a été terminée, une subvention d'immobilisations était prévue au budget pour le matériel scientifique. On avait donc acheté tout un assortiment de matériel didactique pour l'école, y compris un ensemble de microscopes, d'éprouvettes et de supports, de cloches, et le reste, pour une classe de niveau primaire. Pour une bonne part, ce matériel, gardé près du bureau du directeur, encore dans son contenant original, ne semble guère utilisé, peut-être parce qu'il ne convient pas du tout au programme *STEM*. De fait, le matériel approprié au programme – gobelets de styromousse, assiettes de carton, ficelle, clous, etc. – se vend dans les supermarchés et les quincailleries. On ne peut donc pas l'acheter avec des fonds puisés dans une subvention d'immobilisations.

À l'heure actuelle, les commandes de matériel didactique sont centralisées : chaque enseignant présente ses demandes particulières qu'on évalue en fonction des priorités et des sommes dont on dispose. Sous un tel régime, rien n'assure que toutes les commandes seront exécutées. Certains enseignants disent que leurs commandes de matériel scientifique n'ont pas été exécutées, de sorte qu'ils ne se donnent plus la peine d'en passer de nouvelles. D'autres semblent satisfaits. Le régime oblige les enseignants à planifier à long terme puisqu'on commande au printemps pour l'année scolaire suivante. De nombreux enseignants laissent passer le délai. Ceux qui n'ont pas le matériel scientifique nécessaire l'achètent eux-mêmes et se font rembourser, ou ils le payent de leur poche, ou ils s'en passent. Quoi qu'il en soit, souvent cela veut dire qu'il n'y a pas assez de matériel pour engager tous les élèves dans la pratique des sciences. Une institutrice a expliqué comment elle organisait son cours avec le matériel dont elle disposait pour une leçon sur l'électricité :

> « J'avais une classe nombreuse de 3e et 4e et j'enseignais les sciences aux deux années. La leçon d'électricité était particulièrement une leçon de choses, – plus encore que les autres. Nous faisions des expériences mais, ordinairement, je confiais l'expérience à deux ou trois élèves; parfois, je la faisais moi-même. Parfois, c'était ainsi organisé qu'il y avait peut-être quatre ou cinq groupes qui faisaient des expériences différentes pour la même leçon et mettaient ensuite en commun l'information recueillie. Nous n'avions jamais assez de matériel pour que toute la classe fasse la même expérience, parce que je m'occupais de trente-cinq élèves et que je n'avais pas trente-cinq exemplaires de quoi que ce soit. Ce qui fait qu'en définitive, il y avait de nombreuses démonstrations. À l'occasion, chaque élève avait quelque chose à manipuler, par exemple, lorsqu'un élève apportait un bout de fil, une ampoule, ou une pile de chez lui. Dans d'autres cas, nous mettions nos ressources en commun. C'était ainsi organisé qu'aucun ne faisait

la même expérience chaque jour. Un groupe d'enfants était chargé de l'expérience un certain jour et, le jour de science qui suivait, un autre groupe en était chargé pendant que tous les autres regardaient. Puis, nous rédigions les expériences dans une forme assez scientifique pour ce qui était du matériel, de la méthode, de l'observation et ainsi de suite. »

Le manque de confiance

De nombreux enseignants se disent moins à l'aise dans l'enseignement des sciences que dans la plupart des autres matières. Ce sentiment, qui dans bien des cas semble témoigner d'un manque général de confiance dans l'enseignement des sciences, serait lié à plusieurs facteurs. S'il faut en croire les enseignants, ces facteurs comprennent une formation insuffisante en sciences, le peu de familiarité avec le programme à un niveau donné et l'absence de structures définies par des recommandations du ministère, et d'aides adaptées au programme. Une institutrice qui en est à sa deuxième année d'enseignement en 6e et qui illustre bien cette fâcheuse situation, explique :

« En effet, je manque de confiance, surtout parce que je ne possède pas les connaissances scientifiques fondamentales ou que je ne connais pas exactement ce qui se trouve là (le matériel dans une leçon sur le système solaire) ou ce que les élèves doivent apprendre. Ou cette leçon sur l'électricité et le magnétisme, – qu'y a-t-il exactement là-dedans? Jusqu'où cela va-t-il? Ce sont des choses comme ça que je ne connaissais vraiment pas et alors il s'agissait, pour ainsi dire, de me maintenir un pas en avant des élèves pendant la première année. Maintenant, au moins, j'ai le sentiment de posséder *cette* connaissance, je peux la développer un petit peu plus avant et, je l'espère, l'envisager dans l'optique où je veux la voir fonctionner.

L'an dernier, je manquais vraiment de confiance. Ce que m'a apporté le cours suivi l'été dernier (atelier d'une semaine sur les sciences), c'est un peu plus de confiance pour *essayer* des choses de ma propre initiative. Vous savez, il importe peu qu'elles (les expériences faites à l'atelier) aient été une réussite, au moins nous les avons tentées. Avant, je me disais : "Bon, si je fais cette expérience en guise de démonstration et qu'elle tourne au désastre, alors comment vais-je l'expliquer?" Ce que le cours m'a appris, c'est qu'il n'existe pas de réponse juste; tout n'est pas tranché. C'est une démarche et je suppose qu'en soi ça finit là – simplement s'amuser; et aussi, tirer une leçon de ce que l'on fait. Cette année, je me sens plus à l'aise que l'an dernier au sujet de ce que je fais en sciences. Je vois les choses différemment. »

Conscient des préoccupations des enseignants, le directeur a exprimé l'avis que certains d'entre eux sont moins à l'aise devant les sciences parce que le programme d'études n'est pas aussi rigoureux que pour certaines autres matières.

« Je crois que, règle générale, les enseignants se sentent moins à l'aise avec les sciences naturelles et les sciences sociales qu'avec le reste des matières. Même s'il s'agit, par exemple, d'un enseignant qui a fait des études universitaires et a obtenu une licence en histoire et en anglais, puis a passé à l'enseignement et a abouti dans une école, il se sent de façon générale assez à l'aise dans le programme des lettres parce que le manuel de lecture est assez impératif de nature et ainsi de suite. Voyez-vous, dans bien des cas, il existe un cadre où ils peuvent situer leur programme et passer à travers. Une telle situation n'existe pas pour les sciences et les sciences sociales. Les choses vont mieux pour les sciences naturelles depuis le nouveau guide pédagogique (paru il y a quatre ans) et aussi, parce que, dans notre école, nous avons adopté le programme *STEM* et fourni du matériel didactique du *STEM* également. Néanmoins, c'est le domaine du programme d'études qui rend les enseignants très mal à l'aise, qu'ils aient un 1er cycle universitaire ou non. C'est quelque chose qu'ils *peuvent* faire – point n'est besoin d'être Einstein pour faire passer les sciences, – mais ils ne sont pas à l'aise à ce sujet et, par conséquent, il leur répugne de s'y engager. »

Le manque de temps dans l'horaire prévu pour les sciences

Comme il est prévu dans les pourcentages recommandés par les directives provinciales, la journée normale d'école est de 275 minutes d'enseignement et les cycles sont de six jours. Toutefois, dans la pratique, il n'existe pas de formule normative pour déterminer le temps réel d'enseignement des matières; il peut donc exister et il existe de grands écarts dans le temps d'enseignement prévu pour une matière particulière. Par exemple, au niveau intermédiaire, pour un cycle de six jours, un enseignant a calculé 140 minutes de sciences, alors qu'au même niveau un autre a calculé 60 minutes.

Quoique les horaires établis par les enseignants puissent indiquer que 10 % du temps soit consacré à l'enseignement des sciences, il ne s'ensuit pas nécessairement que tout ce temps-là soit effectivement consacré à cet enseignement. Dans certaines classes, on se conforme à l'horaire, mais ce n'est pas le cas dans d'autres. « Il arrive parfois que je n'aie tout simplement pas le temps de tout faire » est une observation qu'on entend souvent. En d'autres occasions, le temps normalement consacré aux sciences peut servir aux fins de récupération dans d'autres matières.

Une institutrice au niveau intermédiaire qui, cette année, enseigne dans une classe plus élevée, estimait que, durant les quelques premiers mois, elle devait consacrer la plus grande partie de son temps à se familiariser avec le programme des lettres et des maths. Avant d'en arriver à « maîtriser » ces matières, elle n'avait pas beaucoup de temps pour d'autres matières, y compris les sciences. Au cours de cette période d'adaptation, la classe a effectivement fait un certain travail sur le sujet de l'eau et du terrain, mais, comme elle dit :

« Ils parlaient et lisaient beaucoup; c'était surtout de la discussion. Je déteste les voir simplement lire un livre. En réalité, nous n'avons même pas occupé toutes les périodes prévues pour les sciences. Nous parlions tout simplement de bien des choses en général. Pour ce qui est des expériences, je ne suis réellement pas orientée vers cela, encore que je m'y plaise. Jusqu'à un certain point, c'est qu'en réalité, je n'ai pas le matériel. Il va me falloir voir ce que je peux faire à ce propos. »

Les matières enseignées par des éducateurs spécialisés (musique, français et éducation physique) sont planifiées au préalable et, par conséquent, sont toujours enseignées de façon régulière.

Une autre doléance fréquente chez les enseignants, c'est le manque de temps pour l'enseignement des sciences. Ils font remarquer qu'on ne cesse d'ajouter de nouvelles matières au programme d'études, mais qu'on supprime rarement quoi que ce soit. Le changement scolaire d'un cycle de cinq jours à un cycle de six jours a contribué à atténuer ce malaise. Cependant, même avec ce nouveau cycle, de nombreux enseignants continuent à éprouver des difficultés à enseigner tout ce qui est exigé dans le temps accordé. Par conséquent, ils disent que certaines matières en « souffrent », parmi lesquelles se trouvent souvent les sciences. Les lettres et les maths reçoivent presque toujours l'attention prescrite et, dans certaines classes, ces matières dominent complètement le programme, semble-t-il.

L'intégration des sciences

Certains enseignants justifient le peu de temps consacré à l'enseignement des sciences comme tel en disant qu'ils « l'intègrent » à d'autres matières et ainsi, selon eux, ils consacrent en réalité plus de temps aux sciences qu'il ne paraît à l'horaire. L'intégration étant pratique courante dans l'enseignement primaire, il n'est peut-être pas exceptionnel que les enseignants croient que la « science » qu'ils enseignent ainsi représente une méthode efficace d'aborder la matière. Un examen plus approfondi révèle toutefois qu'une grande partie de cette intégration semble se traduire par des conversations sur des sujets qui pourraient se rattacher aux sciences plutôt que par la pratique des « sciences » elles-mêmes. Une institutrice de première année a donné l'exemple suivant de sa façon d'intégrer les sciences dans sa classe :

« Je la rattache au cours de lecture. Par exemple, *Surprise, Surprise*, le premier livre de lecture de la série, commence pas les animaux familiers, l'animalerie, l'achat d'un animal familier, de sorte que, au lieu de partir du livre de *STEM* sur les besoins des animaux, je pars du livre de lecture et j'intègre le tout. Par exemple, nous commençons par les genres d'animaux qu'on voudrait avoir comme animaux familiers, – des animaux domestiques et leurs besoins – et puis nous passons aux animaux sauvages et à leurs besoins. En réalité, ils apprennent à partir de la discussion; à ce point-ci, ils apprennent à partir de leur propre expérience au foyer. La seule chose que nous ayons faite, c'est

que chaque enfant a apporté de la maison une photo de son chien, nous en a parlé, a écrit une histoire au sujet de son propre chien et puis la photo a été collée sur une feuille de papier, avec l'histoire. »

Ces façons d'aborder la matière portent à croire que les sciences sont conçues avant tout comme un ensemble de connaissances qu'on peut transmettre par divers moyens, qu'on n'a pas à étiqueter du nom officiel de « sciences », ou à présenter pendant une période de temps de la journée consacrée expressément aux « sciences ». D'après nos observations, un seul enseignant a intégré régulièrement les sciences en commençant par des activités scientifiques organisées et en prolongeant l'étude dans des applications des sciences aux mathématiques et aux lettres. De plus, dans tout son programme, il insiste sur des idées et de l'information liées à la science. D'après le directeur, il y a des moments où l'intégration présente l'occasion de « cacher les sciences naturelles et les sciences sociales les unes dans les autres ». L'intégration pourrait aussi être un moyen d'expliquer l'insuffisance réelle de l'enseignement des sciences.

Les spécialistes

Deux enseignants (appartenant à la tranche maternelle-6e année) sont perçus par le personnel comme s'intéressant particulièrement aux sciences. Même si l'un d'eux est considéré comme « tout un expert en sciences », les deux, pense-t-on, « connaissent beaucoup de choses sur les sciences » et « aiment bien les enseigner ». Il s'agit de deux hommes qui suivent régulièrement leur programme d'enseignement des sciences. Les autres membres du corps enseignant ne s'estiment pas particulièrement compétents dans cette matière et certainement pas des « experts en sciences ». D'après le directeur, c'est typique de la plupart des écoles primaires :

> « Vous avez probablement remarqué vous-même le peu de travaux pratiques faits en sciences, et je crois qu'on peut à juste titre dire que, dans la vie scolaire d'un élève – et cela ne vaut pas seulement ici, cela vaut dans la plupart des écoles – dans une vie d'élève d'école primaire, si l'écolier a de la chance, il va tomber sur au moins un, peut-être deux enseignants qui s'intéressent vivement à l'aspect scientifique du programme d'études, et alors on constatera probablement que certaines sciences sociales prennent du retard si l'enseignement se concentre sur les sciences naturelles. Cela ne m'indispose pas, parce que je crois que l'équilibre finit par se rétablir pour les sciences sociales avec un autre enseignant. »

La formation scientifique des enseignants

On doit reconnaître que, dans le programme de formation pédagogique qui a précédé leur engagement, la plupart des enseignants de Seaward ont suivi plusieurs cours de lettres et de lecture. Depuis, la plupart ont également suivi d'autres cours de lettres tant de 1er que de 2e cycle universitaire. Plusieurs ont participé aux cours et aux ateliers de perfectionnement

régulièrement proposés dans toute la province. Tout cela les a aidés à se sentir plus compétents et plus à l'aise dans l'enseignement des lettres. Tel n'est pas le cas pour ce qui est des sciences naturelles. Un seul enseignant de Seaward a fait des études universitaires en sciences. Plusieurs autres les ont étudiées à l'école secondaire (spécialement la biologie et, peut-être, la chimie) et quelques-uns n'ont fait aucune étude de sciences. Plusieurs diplômés de la formation des maîtres ont suivi un cours de sciences pendant ces études, mais aucun n'accorde beaucoup de valeur à ce cours, étant donné surtout qu'il a été suivi « il y a si longtemps ».

Dans les deux établissements de la province qui préparent la majorité des enseignants des écoles primaires, les cours de didactique des sciences ne sont pas toujours offerts et encore moins exigés. Dans un de ces établissements, aussi récemment qu'il y a cinq ans, on offrait un cours de didactique des sciences aux seuls étudiants qui se préparaient à l'enseignement au niveau intermédiaire. Comme certains des enseignants actuels à Seaward s'étaient orientés vers l'enseignement à la petite enfance, il n'ont pas suivi ce cours. Un enseignant, maintenant affecté à des classes de niveau intermédiaire, regrette n'avoir pas suivi un cours de didactique des sciences. Depuis quelques années, l'autre établissement offre un atelier de six heures en didactique des sciences, sans bénéfice d'unités, à tous les éventuels enseignants. On projette maintenant d'ajouter un cours de sciences au programme. Il n'en demeure pas moins qu'en matière de didactique des sciences, les diplômés de ce programme ont peu ou pas de ressources auxquelles ils pourraient faire appel dans leur enseignement.

Le perfectionnement en sciences

Vu qu'avant leur engagement, ils n'ont pas eu de préparation en sciences et en didactique des sciences, les enseignants de Seaward doivent compter sur des cours de perfectionnement et d'éducation permanente pour améliorer leur formation scientifique. Toutefois, les possibilités de se perfectionner, surtout en contenu scientifique, paraissent limitées ou absentes.

Au niveau du district, les activités de perfectionnement en sciences pour les instituteurs sont rares; le peu d'occasions qui se présentent se résume à des séances d'une ou deux heures pendant des réunions d'une association d'enseignants. Cependant, ces associations (formées autour de sujets variés) tiennent leurs réunions le même jour : les enseignants doivent donc faire des choix et, au mieux, seulement quelques-uns ont opté pour les sciences. En guise d'explication, le directeur rappelle que les enseignants sont mal à l'aise en sciences et préfèrent participer à des ateliers dans des secteurs plus « sécuritaires ». De plus, l'importance accordée par l'école aux lettres et aux maths augmente probablement l'assistance à ces ateliers. Par ailleurs, les enseignants qui ont participé aux ateliers scientifiques occasionnels ont souvent été déçus de leur qualité. Ainsi que le disait un enseignant :

> « J'ai participé à de nombreux ateliers de perfectionnement en lecture et écriture créatrice, et autres du même genre, et je pourrais partici-

per à de nombreux autres mais, pour ce qui est des sciences, je n'ai jamais participé réellement à aucun grand atelier. Vous connaissez les conférences que nous avons chaque année. Eh bien, je n'ai jamais assisté à quoi que ce soit qui m'ait été de quelque utilité en classe. »

Au cours des six dernières années, deux journées de perfectionnement seulement ont été consacrées aux sciences et une seule était obligatoire. La plupart des instituteurs de l'école ont déclaré qu'ils aimeraient participer à quelques ateliers de sciences, surtout s'ils étaient conçus pour satisfaire aux besoins de leurs classes.

Une formule de perfectionnement qu'on a mise à l'essai à l'échelle provinciale consistait à inviter un représentant d'un district scolaire à des ateliers intensifs d'une semaine, avec l'espoir que les participants communiqueraient ce qu'ils auraient appris à leurs collègues dans leur propre district. On supposait alors que les connaissances et l'expérience acquises à l'atelier original seraient avec le temps largement diffusées et que les participants à l'atelier seraient mieux outillés pour assurer la « formation des maîtres ».

Il y a plusieurs années, M. Blake, enseignant de 5e année à Seaward, a été choisi pour participer à un atelier intensif d'une semaine sur le programme de sciences *STEM*. L'expérience, a-t-il dit, a été bien accueillie par tous les participants. De retour à Seaward, il organisa un atelier pour les enseignants du district, mais il ne fut pas satisfait du résultat. M. Blake eut l'impression que sa présentation était trop théorique, et il n'était pas sûr que les enseignants avaient profité de l'expérience. Même si quelques enseignants avaient trouvé l'atelier intéressant et instructif, leur enseignement des sciences n'avait pas semblé en avoir été influencé. D'après le directeur qui, pour l'enseignement des mathématiques, avait lui-même participé à de tels ateliers (« dont je n'ai jamais diffusé, par la suite, les connaissances acquises »), cette formule de perfectionnementent est un moyen généralement inefficace d'améliorer l'enseignement des sciences :

> « En théorie, c'est bien beau de dire : "Bon, voici comment nous allons faire de la diffusion ici; nous allons dépenser quelques dollars pour envoyer ces personnes-clés qui reviendront ensuite prêcher l'évangile", et ainsi de suite. Je sais par expérience que ce n'est pas ainsi que ça fonctionne. Il y a une grande différence pour la personne qui participe (à l'atelier), mais c'est probablement là que s'arrête la différence. Je ne sais pas. À mon avis, n'importe quel genre de perfectionnement où nous disons : "Voici, nous allons organiser un cours de perfectionnement pour les instituteurs de notre district; ainsi, nous allons rassembler soixante-cinq d'entre vous et vous gaver de sciences pendant une heure", n'est pas efficace, parce que, en tout premier lieu, il est très difficile de faire arriver les instituteurs à l'heure et de faire commencer le cours à l'heure. Il est très difficile de limiter la pause-café ou la pause du matin ou le déjeuner de midi et de faire revenir tous les participants à 13 h 30 précises. La journée se termine et elle a été très diluée par les aspects sociaux. Non pas que cela soit intrin-

sèquement mauvais, parce que, je crois, il faut procurer aux enseignants l'occasion de se réunir sans autres responsabilités pour bavarder entre eux, et ces bavardages portent essentiellement sur l'école. Vous savez, ils s'entretiennent de choses scolaires et de sciences. Le perfectionnement n'est pas nécessairement de la science, c'est des choses de l'école et, à mon avis, il y a à cela des avantages qu'il ne faut pas négliger. Pour la même raison, toutefois, si vous avez pour objectif de diffuser quelque chose au sujet des sciences et, après cela, si votre objectif ultérieur est d'améliorer les programmes de sciences en classe grâce à cette formation interne, *alors c'est raté!* »

Le leadership en science

Le leadership dans l'enseignement des sciences à l'échelle du district est limité. Le conseiller pédagogique du district, chargé de tous les domaines du programme d'études, se concentre de façon générale sur les lettres et n'a guère fourni d'assistance aux enseignants de Seaward en matière d'enseignement des sciences. Cet état de choses n'est pas exceptionnel. Dans toute la province, la plupart des conseillers pédagogiques de district, qui ont charge de tous les domaines du programme d'études primaires, ont reçu peu de formation en sciences. De fait, dans une province qui compte vingt et un districts scolaires, il n'y a que trois conseillers pédagogiques de districts scolaires qui sont chargés à plein temps ou à mi-temps de l'enseignement des sciences. Ainsi, le seul conseiller en matière de sciences au ministère de l'Éducation a la charge écrasante de prodiguer conseils et assistance aux enseignants de toute la province, en plus d'assumer les autres fonctions inhérentes à cette tâche.

À l'intérieur de l'école, parce qu'il a une solide formation et une véritable passion pour les sciences, qu'il est très actif dans cet enseignement et qu'il est tout disposé à le favoriser, on en est venu à associer leadership en sciences et M. Blake. Au cours des ans, M. Blake a été choisi pour représenter le district dans un atelier scientifique spécial, il a organisé deux ateliers scientifiques pour les instituteurs de Seaward (un obligatoire et l'autre facultatif) et d'autres ateliers dans le district, et de façon générale il s'est mis à la disposition de ses collègues pour les aider sous forme de suggestions, de matériel, de renseignements et d'explications au sujet des phénomènes scientifiques.

Ses collègues le reconnaissent comme « l'expert en sciences » à l'école. M. Blake dit qu'il est ainsi perçu parce qu'il a reçu une formation scientifique et qu'avant de devenir instituteur, il a oeuvré dans des domaines liés à la science. Toutefois, la plupart des enseignants n'ont pas recours de façon régulière à M. Blake en tant que personne-ressource, bien qu'ils le sachent disponible s'ils désirent s'adresser à lui. Un chargé de classe qui fait fonction de personne-ressource ne peut qu'influencer et se rendre utile sans pouvoir exiger quoi que ce soit, le fardeau d'apporter du changement incombe donc à chaque enseignant individuellement.

Au cours des dernières années, l'intérêt pour l'enseignement des sciences et l'effort déployé pour mettre au point le programme des études scientifiques à Seaward ont atteint un sommet, puis ont décliné. Les quelques enseignants qui s'intéressent personnellement à cet enseignement et qui estiment devoir l'améliorer ont continué à rechercher de l'aide et ont oeuvré dans le sens d'une mise en pratique, dans leurs classes, d'un programme scientifique davantage orienté vers les activités.La plupart des autres semblent poursuivre leur travail avant tout selon un mode plus traditionnel fortement centré sur l'enseignant et orienté vers les manuels, ce qui crée un environnement où les devoirs sont fréquents et les « travaux pratiques » rares.

L'enseignement dans une classe à niveaux multiples, de la maternelle à la 2e année

La classe

Juste à l'extérieur de la classe de Mme Tanner, un arc-en-ciel aux couleurs brillantes avec, imprimé en-dessous, le mot « BIENVENUE », accueille ceux qui passent par là. Un pas à l'intérieur et enfants aussi bien que visiteurs savent qu'ils sont dans un endroit conçu pour les enfants. La classe bourdonne d'activité : les enfants s'affairent à leurs travaux ici et là. Les preuves de l'activité créatrice couvrent les murs ainsi que le dessus des tables et des pupitres. Une immense fleur de tournesol jaune entourée de poèmes occupe en partie un pan de mur, rappelant aux enfants ce qu'ils ont appris sur cette plante qui fleurit dans la région; plusieurs graphèmes aux couleurs éclatantes, oeuvres collectives de la classe, sont étalés sur d'autres murs, accompagnés de poèmes et d'autres petits travaux produits par les enfants. Des chenilles tordues, conçues individuellement par chaque enfant, pendent au plafond dans une autre partie de la salle; un grand calendrier et une carte météorologique, dessinés par Mme Tanner et remplis par les enfants, consignent au jour le jour l'heure et les conditions météorologiques, procurant aux enfants de l'information à inscrire dans leur journal quotidien.

Des livres, de fabrication commerciale ou artisanale (faits par les enfants eux-mêmes), il y en a partout : sur les pupitres, sur les tables, sur les voiturettes, sur le plancher du coin de lecture; plusieurs « grands livres » sont déposés sur un chevalet pour servir à un groupe d'enfants, encore qu'on puisse souvent voir un enfant les feuilleter seul.Un couple de cobayes nichent dans une boîte de carton (fabriquée par les enfants et déposée sur une table dans un coin « tranquille » de la salle) et sont un sujet constant d'observation pour les écoliers. Les enfants apprennent à s'occuper de ces petites bêtes et, comme le dit l'institutrice, « c'est si utile pour les enfants d'avoir quelque chose à flatter et avec quoi s'amuser ».

Mme Tanner encourage l'esprit de collaboration dans l'étude. Elle encourage les plus âgés à aider les jeunes, quoique, souvent, l'assistance soit mutuelle. Son pupitre, discrètement à l'écart dans la salle, est entouré

d'étagères et de livres, alors que les pupitres des écoliers sont disposés en trois groupes de huit chacun d'un côté de la salle vers l'avant. Dans ces groupes, quatre pupitres alignés côte à côte font face à quatre autres placés de la même façon. Cette disposition permet aux enfants d'interagir librement les uns avec les autres. Chaque groupe comprend des enfants des trois années – maternelle, 1ère et 2e – de sorte qu'ils peuvent s'entraider.

Dans une autre partie de la salle, le coin de la lecture où la classe se rassemble souvent au cours de la journée pour discuter et entendre des histoires. Le confort qu'assure un tapis invite les enfants à passer d'autres moments dans un coin pour lire paisiblement, terminer des travaux manuels de maths ou pour toutes sortes d'autres activités ne comportant pas d'écriture.

L'observation, dans cette salle de classe a toujours été pour moi une tâche agréable. J'y ai toujours été accueillie chaleureusement par tous, et tous m'ont donné le sentiment d'appartenir à la classe. À juger d'après le nombre d'élèves d'autres classes qui viennent y passer leur récréation, l'heure du dîner et leurs loisirs après la classe, je ne suis pas la seule à éprouver ce sentiment. Étant donné l'absence de structure dans cet environnement, je pouvais aller librement où bon me semblait et j'en étais venue à être acceptée comme membre du groupe. D'ordinaire, les enfants engageaient volontiers la conversation; souvent ils venaient demander de l'aide, me considérant peut-être comme une autre institutrice.

Mme Tanner

C'est la première année qu'on fait « l'expérience » de regrouper dans une seule classe la maternelle et les 1ère et 2e années. Même si Mme Tanner enseigne depuis six ans, c'est sa première année à l'enseignement à la maternelle et à la 1ère. La classe compte quelques écoliers « brillants », mais un certain nombre ont eu de la difficulté en lecture et en maths au cours de leurs premières années scolaires et travaillent à un niveau inférieur à celui de leur classe. Par conséquent, Mme Tanner a pour objectif premier d'aider les écoliers à maîtriser les éléments de base de la lecture et de l'écriture en plus de développer leurs aptitudes pour les mathématiques.

Quoiqu'elle ait le sentiment d'être très bien préparée pour enseigner les lettres et les maths, il n'en est pas de même pour les sciences. Au cours de ses études universitaires, elle a fait une année d'introduction à la biologie. Après coup, elle estime que son seul cours de didactique des sciences a été une expérience « plus ou moins ratée », surtout « pour ce qui est d'amener les élèves à comprendre le développement progressif des aptitudes nécessaires dans le travail scientifique », domaine où elle a toujours le sentiment de ne pas être tout à fait à la hauteur.

Les sciences en classe

Mme Tanner estime qu'étant donné le genre d'élèves à qui elle enseigne, la nature des élèves de sa classe, la lecture et les maths doivent former

la base du programme quotidien, les autres matières, y compris les sciences naturelles, viennent après ces activités essentielles. Cependant, la musique et l'éducation physique étant enseignées par des spécialistes, ces deux matières figurent aussi à l'horaire.

Dans cet enseignement intégré, les sciences ne sont pas enseignées comme matière distincte. Quoique Mme Tanner s'interroge parfois sur les motifs qui la font agir ainsi, elle n'en croit pas moins qu'il n'existe pas de distinctions nettes entre les différentes matières et que l'intégration constitue un moyen de s'occuper de toutes les matières. Voici comment elle explique cela :

> « Je ne sais si, de ma part, c'est un compromis ou une dérobade, mais cela m'a paru un moyen commode de faire face à la situation et cela a semblé s'insérer dans le programme. Il semble que les sciences sont importantes, mais pas autant que d'amener les enfants à lire, à écrire et à faire des maths; d'une certaine façon, quand les élèves lisent, écrivent ou font de l'arithmétique, on ne croit pas qu'ils font des sciences. Certains semblent encore croire que les sciences, c'est les sciences, la lecture, c'est la lecture et les maths, c'est les maths, et qu'il n'y a pas de dialogue entre ces matières, mais je constate tout simplement le contraire. Vous savez, s'ils s'intéressent à quoi que ce soit de ce qu'ils font, ils vont apprendre à lire ou à faire leurs calculs ou tout ce qui est nécessaire dans le contexte. Ils s'adaptent tout naturellement et très facilement à la lecture et aux maths, de sorte que c'est plus facile à apprendre. »

Une autre raison explique que son programme ne porte pas une attention particulière aux sciences naturelles : Mme Tanner estime n'avoir pas le temps de planifier à cette fin. Au cours d'un de nos entretiens, elle a expliqué ce qu'on exige de son temps :

> « Je me suis rendu compte que j'ai été tellement occupée, que je n'ai tout simplement pas eu le temps de projeter loin dans l'avenir, ce qui, je suppose, rend les choses encore moins dirigées qu'il serait peut-être possible de le faire. Les trois années, ça exige beaucoup. Je constate qu'à la fin de la journée, j'ai tout juste réussi à passer au travers et j'ai de la difficulté à insérer la planification dans la journée d'enseignement. Il n'y a que tant d'heures dans une journée, de sorte que, pour moi, c'est un gros problème et je suppose que la nouveauté de tout cela est aussi un facteur. Tout refaire une seconde fois irait mieux et serait plus facile. Je me sens vraiment bousculée et pressée. D'une certaine façon, si je devais me conformer à un programme tout fait et prescrit en sciences, je suppose que ce serait utile, mais je n'ai réellement pas eu le temps d'examiner la matière (*STEM*) et de me la rendre familière. »

Pour Mme Tanner, un moyen de régler le problème du temps, c'est d'intégrer les sciences avec les lettres et les maths. Dans ce processus d'intégration, il n'y a pas de planification de l'enseignement des sciences; « il se fait, tout simplement. » Mme Tanner explique comment cela se produit :

« Eh bien, la science se produit, tout simplement. Il n'y a pas d'heure particulière à l'horaire pour l'enseigner. Cela se fait dans le contexte de la journée et il s'agit de quelque chose qui sert à cultiver les aptitudes pour les maths, les aptitudes à écrire, à lire – des choses de ce genre – de sorte que la science devient un instrument utilisé à cette fin, plutôt que tout simplement la science pour la science. Tout simplement, elle chevauche des domaines *précis* (la lecture et les maths) qui semblent revêtir le plus d'importance. La lecture et les maths sont plus importantes et les autres matières (les sciences, les arts, etc.) servent à ces fins. »

La façon originale de M^me^ Tanner de choisir ses sujets, c'est, comme elle le dit, « d'aller dans le sens des intérêts des enfants ». Les sujets qu'elle présente normalement favorisent tout d'abord le développement des habiletés, comme l'observation et l'établissement de graphiques. En quatre mois, de septembre à décembre, les sujets reliés aux sciences ont compris, entre autres, les pommes, les changements saisonniers, les fleurs de tournesol (« en rapport avec les changements saisonniers »), les cobayes et les dinosaures. M^me^ Tanner avait l'idée d'amener les enfants à relever la température et à noter les conditions météorologiques qu'ils inscriraient ensuite dans leur journal quotidien, exercice également considéré comme scientifique.

L'intégration : étude des dinosaures

Un sujet issu des intérêts des enfants, l'étude des dinosaures, sert à illustrer comment M^me^ Tanner intègre les lettres et les sciences. Tout cela a commencé avec la lecture d'un livre sur les dinosaures. Cette lecture a déclenché une discussion qui a amené les écoliers à faire des modèles de dinosaures en pâte à modeler. Les créatures caoutchouteuses aux multiples couleurs se trouvaient sur une tablette juste derrière le secteur plus sérieux de l'étude et on pouvait les voir et les admirer tout au long de la journée. Certains modèles étaient facilement identifiables, comme le Tyrannosaurus Rex, le tricératops et le brontosaure, entre autres. Quelques jours après, pendant un cours à la bibliothèque, les élèves apportèrent leurs modèles et les exposèrent. Une pancarte qui accompagnait la présentation se lisait comme suit : « Prière d'être gentil »! À cette occasion, de nombreux élèves ont demandé à emprunter des livres sur les dinosaures et les quatre ou cinq livres disponibles ont vite disparu, laissant un certain nombre d'enfants déçus.

Au cours de la semaine suivante, les enfants ont continué à demander qu'on leur fasse la lecture de livres sur les dinosaures. Plusieurs jeunes ont apporté des livres de la maison et ont demandé qu'on les lise en classe. M^me^ Tanner acceptait toujours. Dans un cas, elle a mis les élèves au défi d'« apprendre quelque chose de plus sur les dinosaures de ce livre ». Les enfants ont alors entendu parler de l'environnement dans lequel vivaient les dinosaures, de leur apparence extérieure et de leur nourriture. La plupart des enfants paraissaient très intéressés et écoutaient attentivement

mais, vers la fin de l'histoire et de la discussion, deux d'entre eux – un garçon et une fille – se sont levés et sont retournés à leur pupitre. Lorsque M^me^ Tanner leur a demandé de revenir au coin de la lecture, les deux ont obéi à contrecoeur, et la petite fille a murmuré doucement « Je n'aime pas les dinosaures ».

À la suite de l'histoire et de la discussion, M^me^ Tanner demande au groupe s'il aimerait faire un livre sur les dinosaures. L'idée sembla plaire. M^me^ Tanner invita alors les enfants à lui dicter leur texte qu'elle dactylographierait. Chacun pourrait ensuite illustrer ses propres idées. Le devoir déclencha une activité fébrile. M^me^ Tanner transporta sa machine à écrire en classe et, quand elle s'assit au clavier, les enfants se rassemblèrent autour d'elle pour attendre leur tour. Au fur et à mesure, M^me^ Tanner dactylographiait les suggestions, puis les lisait à haute voix :

« Certains dinosaures peuvent dévorer d'autres dinosaures. »
« Les dinosaures sont très grands. »
« Certains dinosaures apprennent à voler. »
« Les dinosaures viennent à l'école en autobus. »
« Certains dinosaures mangent des plantes aquatiques ».
« Les dinosaures ont vécu il y a bien longtemps ».
« Certains dinosaures mangent des ordures. »

Quand les enfants eurent illustré leurs idées, les travaux furent reliés en un livre qu'on lut en classe, puis qui s'ajouta à la collection de livres de l'étagère mobile. Il devint le préféré de nombreux enfants, qui vinrent souvent le feuilleter.

L'insistance sur la démarche scientifique

Dans tout son enseignement, M^me^ Tanner dit qu'elle insiste sur l'acquisition d'une démarche scientifique plutôt que d'un contenu. Elle estime qu'il importe plus de procurer aux enfants les compétences pour « apprendre comment apprendre », que de se concentrer sur les données et l'information qu'ils oublieront probablement. En particulier, elle insiste sur l'observation, de même que sur les représentations graphiques, les mesures et le classement. Les représentations graphiques ont commencé le premier jour de classe lorsque les élèves ont complété un graphique que M^me^ Tanner avait préparé.

Où avez-vous pris votre dîner?

Chez-moi	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
À la cafétéria de l'école	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
Dans la salle des professeurs	○ ○

Chaque enfant prenait un papillon qu'il collait sur le graphique, dans la rangée appropriée. Ceux qui étaient incapables de lire (la plupart) recevaient l'aide de Mme Tanner ou d'un autre enfant. Des graphiques de ce genre se font régulièrement dans cette classe et portent ordinairement sur des sujets que les enfants viennent d'étudier.

Pendant une visite dans la classe, j'ai été témoin d'une leçon d'observation donnée à l'occasion de l'introduction de deux cobayes dans la classe. Mme Tanner commença par faire asseoir les enfants par terre en cercle. Elle leur demande de demeurer bien tranquilles afin de ne pas effrayer les nouveaux venus. En plaçant les cobayes au centre du cercle, Mme Tanner dit : « Je vais les déposer sur le tapis pour leur permettre de faire le tour du cercle. S'ils se dirigent vers vous, soyez bien tranquilles et très gentils pour eux. Il vont aller ici et là et vous rendre visite, et nous pourrons bien les examiner. Le blanc s'appelle "Chris" et le brun, "Mouse". » Les enfants s'assirent sans bouger. Un des cobayes s'approcha de deux d'entre eux; l'autre le suivit.

Mme Tanner : Quelle sensation cela vous fait-il?

Un élève : C'est doux (il touche délicatement l'animal). À quoi jouez-vous, à la file indienne? »

Mme Tanner : Est-ce qu'ils ressemblent à un autre animal que vous connaissez?

Un élève : Oui, à un porc.

Mme Tanner : En effet, ils sont apparentés. Que remarquez-vous à propos de leur fourrure?

Un élève : Elle est toute frisée.

Un élève : La fourrure de celui-ci est toute redressée.

Mme Tanner : On appelle cela des torsades. Il y a différents genres de cobayes. Certains ont le poil droit, d'autres ont des frisettes, tout comme nous.

Un élève : Des frisettes!

Mme Tanner : Certains ont le poil court comme les chats, d'autres ont le poil long et flou.

Un élève : Est-ce que je pourrais apporter mon chat en classe?

Mme Tanner : Un de ces jours, ça pourrait être une bonne chose. Qu'est-ce que Chris fait en ce moment? Qu'est-ce qu'il sent?

Un élève : Il veut sentir un peu (le cobaye se tortille le museau en courant ici et là).

Et la discussion continue. Mme Tanner demande à Tony, un petit garçon de la maternelle, d'aller chercher son trognon de pomme qu'elle a gardé sur son pupitre. Tony s'empresse de se montrer utile et revient avec le trognon. Les cobayes s'y attaquent immédiatement.

Un élève : Écoutez!

Mme Tanner : Qu'est-ce que vous entendez?

Un élève : J'entends claquer leurs dents.

Un élève : Puis-je le prendre un peu?

Puis les animaux passent d'une paire de bras à une autre. Pendant ce temps-là, quatre fillettes de la classe étaient restées assises à l'extérieur du cercle. Une d'entre elles explique : « Je ne vois rien! »; mais personne ne se déplace pour lui faciliter la chose. Elle insiste, demandant à plusieurs reprises : « Puis-je en tenir un? », mais sans résultat. Lorsque le cercle se referme autour des enfants qui tiennent les animaux, deux des fillettes restent derrière à regarder ce qui se passe.

Pendant les dix minutes qui suivent, la classe parle des griffes des cobayes, de leurs dents, de leur nourriture et de leur habitat (et de la région du monde où ils vivent). Le bruit augmente à mesure qu'on se met à construire une maison à l'aide de deux boîtes de carton que plusieurs élèves viennent de rapporter d'un supermarché voisin. La besogne se termine à l'heure du lunch.

Une fois tous les garçons partis, les quatre fillettes reviennent aux cobayes. Elles sont là à regarder dans la boîte. Plusieurs les touchent avec précaution. Lorsque je leur demande si elles avaient déjà tenu les cobayes dans leurs mains, elles me répondent qu'elles n'en avaient pas eu la chance. Je laisse entendre que peut-être elles aimeraient le faire maintenant, et l'une d'elles prend l'un des cobayes et commence à le flatter. Une autre hésite beaucoup, mais réussit à prendre l'autre. Elle le tient à bout de bras. Le cobaye se débat et M^me^ Tanner propose à la fillette de le déposer et de jouer avec lui sur le plancher. C'est ce qu'elle fait, mais l'animal s'enfuit. L'enfant suit l'animal sous les tables et les chaises. Elle tente plusieurs fois de s'en emparer, mais l'animal réussit toujours à éviter les mains tendues et incertaines. Plusieurs garçons reviennent dans la salle et l'un d'entre eux se met immédiatement à la poursuite du cobaye. « Tu veux que je l'attrape pour toi? » demande-t-il, tentant d'amener l'animal dans un coin. La petite fille cesse immédiatement de pourchasser l'animal. Elle surveille pendant quelques minutes, puis se lève et s'en va.

Pendant les trois permiers mois de l'année scolaire, en plus des travaux d'observation, les élèves ont fait divers travaux pratiques de mesurage et de classement. Pendant l'étude sur les pommes, ils ont pris certaines mesures quand ils ont utilisé des recettes pour faire de la purée de pommes. En même temps, ils ont aussi classé les pommes en variétés différentes, puis ont reporté leurs résultats sur des graphiques. M^me^ Tanner avait projeté d'amener la classe dans un verger pour faire certaines observations, mais la pluie et le temps froid ont fait annuler la sortie. Elle dit qu'elle aimerait aussi amener la classe au bord de la mer pour observer les « créatures marines », mais elle craint de ne pouvoir garder la maîtrise de quelques-uns des élèves sur la plage.

Même si elle planifie avec précision certains travaux de classement pour les enfants de la maternelle dans le cadre de leur programme de maths, M^me^ Tanner décrit ses efforts consacrés au développement de la démarche scientifique chez ses élèves comme « tout ce qui se présente dans le contexte de ce qu'ils font. »

La science qui se dégage de ce programme est centrée sur les domaines des sciences de la vie. Les travaux scientifiques de physique brillent par leur absence. Comme preuve, un bac vide recouvert d'un panneau sert à l'emmagasinage. Il ne sert pas aux travaux pratiques tels qu'immerger des corps ou les faire flotter, mais M^me^ Tanner songe à l'utiliser pour y garder des têtards pendant une étude sur les « animaux au printemps ». Le programme ne prévoit pas non plus de travaux pratiques de solution de problèmes dans une perspective scientifique. Cependant, comme le dit M^me^ Tanner, en tentant d'élaborer un programme pour des enfants de trois années, dont plusieurs ont de la difficulté à s'adapter à l'environnement de l'apprentissage scolaire, « il n'y a tout simplement pas assez de temps pour tout faire ».

L'enseignement en 5^e^

M. Blake

Un baccalauréat en sciences et une maîtrise témoignent de la solide formation scientifique de M. Blake. Avant de s'engager dans l'enseignement, il y a 14 ans, il avait travaillé dans la recherche au sein de services gouvernementaux. Son programme de formation pédagogique d'une durée de six mois ne comportait pas de cours « approfondi » de didactique des sciences. Parmi ses lectures personnelles, qui comprennent une vingtaine de périodiques reliés à la science, figurent des publications telles que *Science 82, Discovery, Scientific American, Popular Science and Technology* et *Computers and Computing;* pour ses élèves, il s'est abonné, entre autres, à *Owl, Chickadee, Ranger Rick* et *Contact*. Il estime que c'est sa formation scientifique, jointe à son intérêt soutenu et à son engagement actif dans les travaux de nature scientifique, y compris du travail sur des ordinateurs, qui contribuent à sa réputation « de spécialiste en sciences ».

Quoique M. Blake n'ait aucune inquiétude sur ses connaissances scientifiques, il aimerait améliorer sa compétence à planifier sa classe en vue de varier ses méthodes d'enseignement. Il constate que, de façon générale, les élèves s'intéressent de moins en moins à toute espèce de travail scolaire et deviennent de plus en plus difficiles à motiver. Cette situation le préoccupe beaucoup et il lui arrive parfois d'être bien découragé de l'enseignement. Il souhaiterait des ateliers et des cours pour lui venir en aide, mais jusqu'à maintenant il n'a pas pu en trouver. Entre-temps, il s'efforce de s'adapter aussi bien qu'il peut, mais il n'en continue pas moins de penser que ce qu'il fait est insuffisant.

M. Blake a placé son pupitre au fond de la classe, dans un angle, coincé entre plusieurs armoires à côté et en arrière de lui et les pupitres des élèves en avant. Constamment en mouvement, en interaction avec les élèves, il ne passe pas beaucoup de temps à son pupitre. C'est de cette position avantageuse que j'ai observé la plus grande partie des activités scientifiques.

Créer une ambiance favorable à l'investigation

Sur une période de plusieurs mois, cette classe est devenue un milieu stimulant, habité de tout un assortiment d'organismes vivants et décoré de toutes sortes de travaux d'élèves exposés sur les murs ou suspendus au plafond. On ne voit que très peu de travaux de l'enseignant. Ce fait illustre un principe cher à M. Blake : pour lui, les élèves apprennent mieux quand ils font leurs propres travaux, comme des décorations pour les murs, le concert de Noël, ou les bulletins de nouvelles radiophoniques régulièrement produits par sa classe.

> « Je suis bien fier d'eux (pour leur production des nouvelles matinales), parce que je sais que ce n'est pas de moi. Il me serait si facile de rédiger quelque chose pour eux et de leur dire : "Voici, vous dites ceci, vous faites ceci et cela."Ce serait si facile, ce le serait vraiment. Je préfère voir les jeunes subir un échec, sachant qu'il s'agissait de leur propre travail, et les voir s'enorgueillir de quoi que ce soit qu'ils font, plutôt que de les voir passer tout leur temps à faire ce que quelqu'un d'autre a préparé pour eux. »

Deux cobayes demeurent en permanence dans la classe, même si d'autres animaux apportés périodiquement par les élèves se joignent à eux, comme il en est de certains morceaux de matière organique intéressante que les élèves trouvent et font partager à la classe. De l'autre côté de la salle, près de la fenêtre, plusieurs grosses plantes; en arrière, sur une allège de fenêtre, un aquarium dans lequel on élève plusieurs guppys. D'après M. Blake, les organismes vivants servent à plusieurs fins dans sa classe :

> « Je suppose qu'un des buts de leur présence ici, c'est d'atténuer le caractère formaliste de la classe; même chose pour les plantes et des poissons, c'est pour que la classe comporte autre chose que les quatre murs. Deuxièmement, ils permettent à de nombreux enfants d'apprendre des choses par ricochet. Dans le cas des cobayes, par exemple, les jeunes les prennent dans leurs mains et les examinent, ils voient leurs dents, et le reste. Ils posent des questions à leur sujet. Vous savez, il faut beaucoup de temps pour éveiller leur curiosité. La forme des pelotes que produisent les cobayes a éveillé la curiosité de certains. "Comment ça se fait?" demandent-ils. "Ce qu'ils avalent est presque pareil à ce qui ressort à l'autre bout. Même couleur."Alors, je me mets à leur en donner les raisons. Et, de même, les poissons sont cause de curiosité et d'observation. Un élève demandait, l'autre jour, "Est-ce que ce sont des oeufs de poisson, là, au fond?" J'ai répondu : "Non, les guppys ne pondent pas d'oeufs, ils les gardent à l'intérieur d'eux-mêmes". Et puis, nous continuons de parler de cela. Avec le temps, toutes sortes de questions nous sont posées par des élèves différents. »

Sur une armoire qui longe le mur d'un côté de la salle, toutes sortes de choses intéressantes, apportées par M. Blake ou par un élève. Par exemple, un os, une touffe d'herbe, et un insecte dans un pot. Exposé en ce moment, se trouve un xylophage dans un pot, avec cette question : « Pourquoi de si longues antennes? »

Une question doit accompagner tout matériel apporté dans la classe. M. Blake veut faire réfléchir les élèves sur ce qu'ils voient, plutôt que de se contenter d'observations superficielles. Il estime que les questions stimulent la pensée et, de fait, on peut voir les enfants s'arrêter pour étudier l'objet et passer quelques minutes à ruminer la question. Pour M. Blake, cet exercice a du bon :

> « Si on se contente d'exposer des choses, il est probable qu'on les regardera et que certains poseront des questions et d'autres pas. Peu importe que tous se posent la question à eux-mêmes ou non. Si un seul le fait, j'estime avoir accompli quelque chose. »

Les élèves qui apportent leurs propres spécimens tiennent vivement à ce que les autres observent ce qu'ils apportent. Dernièrement, un élève a apporté des dents provenant d'un porc. Il les a déposées proprement sur une feuille de papier et a ajouté l'inscription : « Dents de porc : 1. De quel genre sont-elles? 2. Le porc est-il un herbivore? » L'élève souhaitait ardemment que j'examine « ses » dents, de sorte qu'il s'est présenté à mon pupitre et m'a invité spécialement à venir voir ce qu'il avait apporté en classe. Pendant qu'il disposait les dents dans l'ordre où elles se trouvent dans la bouche du porc, il me donnait fièrement une leçon particulière sur les « crocs » et autres « incisives », ces termes s'appliquant aux porcs.

D'une certaine façon, ce genre d'activité témoigne de l'objectif que M. Blake s'est fixé pour ses élèves :

> « Je veux éveiller leur curiosité; je veux qu'ils soient investigateurs et qu'ils acquièrent des aptitudes pour l'investigation; je veux qu'ils puissent trouver un défi à tenter de déduire quelque chose des données qu'ils possèdent. Pour moi, c'est la base de toute éducation et je crois vraiment que la science, c'est de l'éducation. Les objectifs que j'ai pour l'enseignement des sciences sont les objectifs que j'ai pour tout ce que je fais, cette espèce d'amour pour la découverte. »

Un autre moyen employé par M. Blake pour inspirer une attitude d'investigation consiste à impliquer ses élèves dans ses raisonnements, ce qu'il fait constamment. Souvent, en parlant d'un sujet particulier, il pose des questions telles que : « Comment pensez-vous que les choses en sont venues là? » ou « Examinez l'information que vous avez; comment cadre-t-elle avec ce que vous savez déjà? ».

Quoique M. Blake ait beaucoup de connaissances scientifiques à offrir, il s'efforce néanmoins de faire comprendre qu'il ne possède pas toutes les réponses. Il y parvient en donnant aux questions plusieurs réponses possibles :

> « Je ne leur donne jamais de réponse précise; je leur présente toujours deux ou trois réponses ou possibilités. Ils savent que je ne possède pas toutes les réponses. Vous savez, je ne crois pas qu'il existe toujours "une seule réponse". Je ne sais pas si c'est une bonne méthode ou non, mais je me sens toujours à l'aise en l'employant. Elle éveille la curiosité; c'est comme dire "Écoutez, ce n'est pas si simple qu'il

y paraît!" Voilà le message que je veux transmettre aux enfants et, vous savez, je crois qu'ils le comprennent ».

Dans les sorties sur le terrain, il encourage les élèves à étudier, à examiner et à faire de la recherche. Son propre comportement d'investigateur sert de modèle aux élèves et ses questions aident à concentrer leurs observations. Par exemple, pendant qu'ils creusent en sol forestier, il porte ses doigts à son nez et leur dit : « Sentez vos doigts; qu'est-ce que cette odeur vous dit du terrain? ». En marchant dans un secteur de pins, d'épinettes et de souches, il s'arrête un moment, fait des observations et demande : « Éclaircir! Pourquoi, pensez-vous, a-t-il fallu faire cela? ». Sa question mène à une observation plus poussée de la quantité d'ombre fournie par les arbres et à s'interroger sur les effets qu'elle exerce sur les nouvelles pousses.

Une mine d'information

Outre son comportement de chercheur, M. Blake apporte au milieu une mine d'information scientifique. Il possède, pour ainsi dire, un riche bagage de renseignements intéressants qui assurent à tout ce qui fait l'objet de discussion un vaste arrière-plan contextuel. C'est ainsi qu'ordinairement la question d'un élève entraîne, non pas une simple réponse, mais aussi des développements et des éclaircissements. Par exemple, au cours d'une classe où les élèves se préparaient à une sortie pour aller recueillir des matériaux pour un terrarium de sol forestier, il devint évident que certains d'entre eux ne saisissaient pas clairement le sens du mot « terrarium » :

M. Blake : Je me rends compte d'une certaine confusion. Qu'est-ce que ça veut dire « terrarium »?
Un élève : Je suppose que c'est un peu comme un aquarium.
M. Blake : D'une certaine façon. Que veut dire le mot « terra »?
Un élève : Semblable à la vie.
M. Blake : Non (on continue à s'interroger).
Un élève : Semblable à la mort.
M. Blake : Terra a trait au sol, à la terre. « Terra firma ».
Un élève : Comme ptérodactyle?
M. Blake : Je ne crois pas que ce soit la même chose; ça, c'est un autre terra, « pt », ce qui veut dire « ailé ». Le terra qui nous intéresse veut dire la Terre. Ainsi, le terrarium, c'est de la terre, comme l'aquarium, c'est de l'eau. Terra veut dire terre et terrarium, c'est simplement en faire un autre nom. Quelqu'un voudrait-il bien regarder l'origine du mot? (la recherche à l'aide de matériel de référence se produit souvent dans cette classe).

De même, au cours d'une discussion en classe après un examen attentif d'organismes vivants recueillis dans des milieux écologiques différents près de l'école, on parle de la notion des cycles de vie. Un élève annonce qu'il a trouvé une sauterelle dans le secteur herbeux que son groupe avait examiné.

M. Blake : Les sauterelles! Où croyez-vous qu'elles pondent leurs oeufs?
Un élève : Dans l'herbe près du sol.
M. Blake : Oui, en effet. La sauterelle, elle aussi, est un insecte qui traverse différentes phases de son existence, sauf qu'elle n'a que deux phases : il y a de petites sauterelles et après ça il y a des sauterelles adultes. Il n'y a pas de larves de sauterelles. Les oeufs éclosent et libèrent de petites sauterelles, puis les petites sauterelles grandissent petit à petit pour finalement devenir adultes. Or, cette sauterelle-là est sur le point de muer; ainsi que vous pouvez le voir, sa peau est très foncée. Elle est sur le point de muer et de passer au dernier stade de sa croissance, soit la sauterelle ailée.
Un élève : La voilà qui vole!
M. Blake : Elle vole maintenant? Bon, ça veut dire qu'en réalité elle approche de la fin de sa vie; elle est probablement près de pondre des oeufs. C'est peut-être ce qu'elle faisait lorsque tu l'as attrapée. Alors, je vais faire des recherches un peu plus poussées plus tard et je pourrai vous en dire davantage. Nous allons l'examiner au microscope.
Un élève : Si les sauterelles pondent leurs oeufs dans l'herbe, est-ce qu'ils ne risquent pas d'être écrasés?
M. Blake : Bien, ils sont si petits; voyez-vous, en réalité, elles pondent leurs oeufs dans le sol. Elles creusent un petit trou et y déposent leurs oeufs. Mais de toutes façons les oeufs sont si petits qu'on pourrait marcher dessus sans les endommager.

Pour M. Blake, une information véridique de nature scientifique est importante pour les élèves parce que, estime-t-il, cela leur fournit une base sur laquelle bâtir. C'est important parce que, dit-il :

> « Que veut-on qu'ils sachent, de toute façon? Il leur faut absolument beaucoup de petits blocs de connaissances avant qu'ils puissent commencer à penser à autre chose. Il leur faut un langage avant de pouvoir parler. Et il leur faut des mots pour maîtriser le langage. »

Les explications de M. Blake fournissent une mine d'information et un contexte coloré à presque toute discussion, mais ces explications peuvent entraîner une situation tendant à se centrer sur l'instituteur ou s'orienter sur le contenu. Il s'ensuit que, dans bien des cas, M. Blake finit par dominer la discussion ou par répondre à ses propres questions, surtout lorsqu'un élève est lent à réagir ou ne répond pas correctement. Quand il y un délai, même très court, entre question et réponse, il se crée une interaction de classe allant dans le sens d'un monologue centré sur l'instituteur. Quoique les idées discutées renseignent, il en résulte, sans qu'on l'ait projeté, la perte de l'ambiance d'investigation centrée sur l'enfant que M. Blake souhaite favoriser. Cette situation fait aussi que de nombreux élèves de la 5e éprouvent de la difficulté à rester attentifs au travail à faire, surtout lorsqu'il s'agit de longues périodes de temps.

Méthodes d'enseignement

Des cinq activités générales (lecture, discussion, prise de notes, écoute et expériences) qui se font souvent dans les classes de sciences, M. Blake estime que la discussion est la plus fréquente, suivie dans l'ordre par l'écoute, les expériences, les notes et la lecture. Lorsque j'ai demandé à un groupe d'élèves comment ils percevaient ce qui se produisait le plus souvent pendant les cours de sciences, la plupart ont déclaré écouter et discuter, et tous ont indiqué qu'ils aimeraient faire plus d'expériences. L'observation étaye la perception qu'ont et l'enseignant et les élèves. Il y a beaucoup de discussions, les élèves écoutant la plupart du temps. M. Blake dit que lui, aussi, aimerait bien que les élèves s'engagent activement dans des expériences de façon plus régulière. Cependant, il a parfois de la difficulté à organiser de nombreuses expériences orientées vers les travaux pratiques. Voici comment il explique le dilemme :

> « J'aimerais aborder la science comme une activité de groupe, mais je ne peux pas toujours le faire. Je suppose que ça s'explique par mon organisation. J'ai constaté qu'il me faut réaliser un certain équilibre entre ce que je pense que je devrais faire et ce que je peux faire. J'ai le sentiment que, si je mets tout dans mon enseignement, dans ce que je crois et que j'estime devoir faire, je ne pourrai pas faire tout ça. Ça nuit à l'enseignement des sciences parce que je ne planifie pas à ce point-là; je ne m'organise pas autant que j'aimerais le faire. Je dois faire des compromis. Ces compromis comportent beaucoup de cours magistraux plutôt que des travaux pratiques. Sur cinq leçons de sciences, je crois bien qu'il y en a trois de travaux pratiques et deux de cours magistral ou deux de cours ou encore deux de solution de problèmes sans travail pratique. »

Il estime aussi que les sujets de biologie du *STEM* qu'il a accepté d'enseigner (classification, interdépendance et communautés d'êtres vivants) ne se prêtent pas à autant d'expériences que certains des sujets du domaine de la physique, comme l'électricité et la lumière. Quoiqu'il ait prévu à son programme un certain nombre de travaux pratiques qui exigent des sorties et l'utilisation de sa collection de spécimens, il n'en constate pas moins qu'il reste beaucoup de matière à couvrir par des discussions, des projections de films, des manuels et d'autres imprimés.

Pour M. Blake, les sorties en plein air représentent un prolongement de la classe et une riche source de données pour toutes sortes d'expériences de recherche. Il constate que les élèves arrivent en 5e sans avoir au préalable fait beaucoup d'expériences de recherche, comme en témoigne leur manque d'habiletés dans le domaine de l'investigation. Interrogés là-dessus, les autres enseignants de l'école disent qu'ils ont très peu recours aux sorties en plein air à des fins scientifiques. Une institutrice signale qu'elle n'amène pas ses élèves à l'extérieur parce qu'ils « ne savent pas comment se conduire » et qu'ils sont trop difficiles à diriger. Par conséquent, M. Blake a dû commencer par développer chez ses élèves les compétences de base pour apprendre et pour faire des recherches à l'extérieur. Il s'y prend de plusieurs manières.

Au départ, les travaux sont structurés soigneusement afin que chaque groupe d'élèves ait une tâche précise à accomplir dans un domaine précis et dans un délai limité. D'après les travaux à accomplir, M. Blake suggère quoi explorer et où. Une fois à l'extérieur, il montre comment se comporte un investigateur, en procédant à des observations, en recherchant des rapports, en s'interrogeant et en cherchant dans l'environnement des indices qui pourraient fournir des réponses possibles. M. Blake espère bien qu'avec le temps les élèves apprendront quelque chose de son comportement et commenceront à l'imiter.

Même s'il prête beaucoup d'importance à ces compétences aux fins de l'enseignement et de l'apprentissage des sciences, il ne les enseigne pas directement. Il escompte plutôt que les élèves les développeront en s'engageant dans des travaux où ils auront l'occasion de les mettre en pratique.

> « Je n'enseigne pas directement les habiletés dans les procédés; je suppose qu'elles s'acquièrent à mesure que les élèves avancent. Je souhaite seulement qu'avec de l'enthousiasme et mon approche, ils emboîtent le pas, pour ainsi dire, dans ce que je fais. Par exemple, je fais de l'observation, tout en espérant qu'ils vont adopter mes modes d'observation ou mes façons de faire de la recherche. »

Quoique, aux yeux de M. Blake, de nombreux élèves aient beaucoup à apprendre, il commence à constater un transfert chez certains d'entre eux. Il rappelle un incident récent :

> « Je vois quelques-uns des enfants qui, pour ainsi dire, font de l'investigation. Par exemple, je les vois qui cherchent à comprendre pourquoi les deux cobayes passent beaucoup de temps dans l'obscurité. D'abord, ils croient que c'est à cause de la nourriture, mais ils vérifient et constatent qu'il n'y a pas de nourriture là; alors, ils regardent par le trou, puis réfléchissent un petit peu là-dessus et regardent de nouveau par le trou de l'autre côté. "C'est petit! Ils aiment peut-être se trouver dans de petits endroits", et ce genre ce choses. »

Cependant, en quatre mois de participation régulière aux classes de sciences pendant une période de quatre mois, je n'ai pas pu constater beaucoup de preuves d'un transfert dans le comportement des élèves. Un visiteur pourrait peut-être observer de tels changements vers la fin de l'année scolaire.

M. Blake relie le développement des habiletés psychomotrices au maniement des gros appareils comme les microscopes et les balances. Jusqu'à maintenant, il n'a pas consacré beaucoup de temps au développement de ces aptitudes chez ses élèves. Il s'explique :

> « Jusqu'à cette année, nous n'avions pas l'équipement. Nous avons essayé les microscopes binoculaires. Je les ai sortis quelques fois, mais je me suis rendu compte que les élèves qui les manipulaient n'avaient pas la moindre idée de ce qu'ils faisaient. Je vais devoir consacrer quelque temps aux microscopes et les laisser simplement s'amuser avec. Je vais me procurer des choses dont j'ai la certitude qu'ils pourront les voir facilement, par exemple, des feuilles d'arbres, des morceaux

de feuilles, et nous allons tout simplement regarder toutes sortes de choses au microscope. Nous allons examiner de la poudre de craie, du sucre, du sel, toutes sortes de choses et y passer tout l'après-midi parce qu'il y a assez de microscopes pour tout le monde dans l'école. »

De même, M. Blake n'a pas insisté sur le développement de la dextérité, par exemple, sur le montage et sur l'assemblage d'articles d'équipement, dans le cadre de son programme de sciences, même si une telle « activité » peut se produire à l'occasion. Toutefois, comme il l'a fait remarquer, les sujets de biologie à l'étude présentement ne se prêtent pas particulièrement bien à une activité de ce genre.

Les ordinateurs dans la classe

L'an dernier, grâce aux efforts de M. Blake, qui a obtenu du syndicat provincial une subvention d'aide au perfectionnement professionnel, l'école a fait l'acquisition de trois ordinateurs. Deux terminaux sont installés dans la bibliothèque, point central qui les rend facilement accessibles à tous les enseignants, même si M. Blake en reste l'utilisateur principal. Enthousiaste des ordinateurs, il passe de nombreuses heures à élaborer des programmes pour ses cours ou à étudier tout simplement les paramètres du système. M. Blake a offert d'initier les autres enseignants à l'utilisation des ordinateurs et il espère qu'un certain nombre d'entre eux vont s'intéresser au projet.

L'objectif à long terme, c'est de faire connaître l'ordinateur aux élèves avant qu'ils terminent leur école primaire, non pas nécessairement pour en faire des informaticiens habiles, mais plutôt pour leur fournir la connaissance essentielle de l'ordinateur, connaissance qu'ils pourront développer plus tard. L'objectif le plus important, c'est d'amener les élèves à se sentir à l'aise devant un ordinateur.

Entre-temps, M. Blake a fait installer un terminal dans sa classe, à l'intention de ses élèves de 5e. Au cours des premiers mois de l'année scolaire, l'ordinateur a servi à récompenser le travail bien fait, de sorte qu'au début, quelques élèves seulement parmi les meilleurs qui s'étaient dits intéressés ont commencé à apprendre à s'en servir. Par conséquent, plusieurs autres élèves, qui voulaient aussi l'utiliser mais qui avaient du mal à compléter leurs devoirs ou qui ne respectaient pas leurs obligations de membres d'une classe, se voyaient refuser l'accès à l'ordinateur.

L'initiation à l'ordinateur a donc commencé par la formation de quatre ou cinq des meilleurs. Lorsque ces élèves eurent démontré qu'on « pouvait se fier à eux » et eurent acquis la compétence essentielle pour entrer un programme simple, on les encouragea à aider d'autres élèves à s'initier. M. Blake estime que cette méthode coopérative d'enseignement confraternel est un moyen à la fois pratique et efficace d'initier les élèves aux ordinateurs. Dans leur apprentissage, les élèves profitent des directives écrites mises au point par M. Blake. Étant donné que celui-ci est toujours en classe prêt à aider en cas de difficultés, on peut reconnaître et régler immédiatement tous les problèmes qui se présentent. M. Blake croit que ce système favorise le succès et diminue les frustrations.

Les filles et les sciences

Les garçons, fait remarquer M. Blake, s'intéressent plus que les filles à l'ordinateur. Il n'y avait aucune fille dans le premier groupe d'élèves qui ont appris à s'en servir et on en a rarement vu « tourner autour » en dehors des heures de classe. Les rares fois où on a observé une fille regarder par-dessus l'épaule d'un garçon qui utilisait l'ordinateur, jamais elle ne s'est décidée à se mettre en ligne pour se servir de la machine,alors que, souvent, les garçons se chamaillaient pour décider qui était le suivant. Toutefois, M. Blake dit avoir les mêmes attentes pour les filles et pour les garçons : qu'elles se familiarisent avec l'ordinateur. Il signale que, si peu de filles résistent à cette attente, aucune ne semble particulièrement intéressée pour le moment. Il a découvert aussi que l'une des filles craignait beaucoup de toucher à l'ordinateur : un parent, dans la crainte qu'elle cause une panne et d'avoir à payer le prix des réparations, l'avait mise en garde (la même élève hésitait aussi à se servir des calculatrices). Une fois dissipé ce malentendu avec le parent, cette élève accepta d'essayer l'ordinateur. En dépit de sa nervosité initiale, elle a semblé contente d'elle-même en s'asseyant devant le terminal sous le regard de ses compagnons et de ses compagnes.

De l'avis de M. Blake, ce n'est pas seulement pour l'ordinateur que les filles montrent moins d'intérêt que les garçons; elles ont la même attitude pour les sciences en général. Il estime que, bien que les filles soient tout aussi capables que les garçons, elles ne manifestent tout simplement pas d'intérêt particulier pour les travaux scientifiques, et il attribue ce manque d'intérêt en partie au « processus de socialisation ».

> « Chez les garçons, la science fait partie de leur vie et de leur croissance. Dans leurs toutes premières années, ils examinent comment les petits camions ou autres véhicules roulent dans le sable, et l'investigation et l'observation font intimement partie de leur existence quotidienne. D'ordinaire, les filles ne s'intéressent pas à ces choses-là. Elles semblent s'intéresser davantage aux poupées et choses semblables, et les questions de mécanique, d'investigation et d'observation ne les touchent pas. »

D'autres indices révèlent ce manque d'intérêt de la part des filles. Aucun élève ne résiste ouvertement à l'enseignement des sciences, mais ce sont les garçons qui démontrent activement leur enthousiasme. Par exemple, il a fallu peu de temps pour qu'on associe mes fréquentes visites à l'école à la classe de sciences et, souvent, mon apparition semblait agir comme catalyseur pour des remarques telles que : « Ah, voilà, nous avons des sciences aujourd'hui. » Aucune fille n'a jamais réagi de cette façon-là. J'ai aussi entendu plusieurs garçons dire que les sciences étaient leur matière préférée.

Les garçons manifestent aussi leur intérêt pour les sciences d'autres façons, par exemple, en apportant des animaux à l'école, en passant souvent leurs heures de loisir avec les cobayes et en faisant sur eux des observations, en observant les poissons dans l'aquarium ou en apportant en classe des objets qui deviennent partie d'un problème d'investigation

scientifique. Certains d'entre eux paraissent aussi plus enthousiastes à l'égard des travaux pratiques en classe, comme en témoignent la célérité avec laquelle ils lèvent et agitent leurs mains vigoureusement en réaction aux questions, et la fréquence de leurs réponses.

Pendant plusieurs mois, j'ai eu le loisir d'observer un groupe de quatre filles qui partageaient la même table. Le groupe paraissait s'acquitter consciencieusement de ses devoirs et se conformer aux directives, mais les filles semblaient exécuter tous ces travaux pratiques comme s'ils allaient de soi. Il n'y avait ni résistance ni énervement, mais seulement la routine du jour « 1 ». Ces filles auraient bien fait autre chose que des sciences. Cependant, juste au moment où l'on aurait pu les croire peu ou pas attentives à la discussion ou au travail qui se poursuivait, une d'elles levait la main en réaction à une question. Elles étaient rarement incapables de répondre à une question lorsque, spontanément, l'enseignant interrogeait l'une d'entre elles. D'autre part, même si certains garçons paraissaient « se désintéresser », la plupart participaient plus activement et avec plus d'enthousiasme que les filles. Même si M. Blake est conscient de l'attitude des filles envers les sciences, il n'a rien fait de spécial pour les y attirer et susciter chez elles un intérêt accru. De même, il ne s'est pas particulièrement efforcé de motiver les garçons qui manifestent peu d'intérêt pour les sciences. C'est pourquoi le groupe de garçons qui s'enthousiasment pour les sciences et s'en occupent activement continuent de recevoir plus d'attention de sa part.

Une journée comme une autre

Il est 8 h 10 du matin. M. Blake est déjà à son pupitre, occupé à relire ses notes pour les leçons de la journée. Il est à l'école depuis 7 h 45, son heure d'arrivée ordinaire. Comme d'habitude, il a passé les vingt-cinq premières minutes à s'entretenir avec des collègues dans la salle des enseignants. Dès l'instant où il entrera dans sa classe, il aura peu de temps pour s'entretenir avec eux jusqu'à bien après la fin des cours de la journée. Vers 8 h 15, les premiers élèves commencent à arriver en classe. M. Blake, qui s'affaire maintenant à rassembler et à organiser le matériel pour les maths, les salue. Un élève s'arrête près des cobayes, que l'on garde dans une boîte juste à droite près de la porte. Remarquant que les deux animaux velus ont été séparés et placés chacun dans sa boîte, il demande pourquoi. M. Blake, qui est maintenant installé devant l'ordinateur, explique que la jeune femelle de quatre mois a eu des petits la nuit précédente mais qu'étant donné « qu'elle était trop jeune pour leur donner naissance, les petits étaient mort-nés ». Les autres élèves déjà en classe prêtent tous l'oreille à la conversation et les yeux s'agrandissent; un autre élève paraît bien intrigué. M. Blake poursuit : « Il lui faut du temps pour récupérer, de sorte qu'il vaut mieux les séparer pendant quelque temps ». John, celui qui est intrigué, demande encore : « Comment de temps portent-ils leurs petits? » mais, pour ce moment, M. Blake s'occupe d'un problème d'ordinateur et la question reste sans réponse. John n'insiste pas, mais continue à regarder les cobayes et à les flatter de temps à autre.

Paul, un autre élève, arrive et demande la permission de se servir de l'ordinateur qui se trouve dans un coin à l'abri, à l'arrière de la classe, entre le pupitre de M. Blake et les armoires suspendues le long d'un mur. Paul fait partie d'un groupe de trois ou quatre garçons qu'on voit souvent « tourner autour » de l'ordinateur dans les heures de loisir, dans l'espoir d'avoir la chance de l'utiliser. Cette année, M. Blake a décidé de s'occuper davantage des meilleurs élèves, comme Paul, afin de les mettre au défi.

> « J'ai beaucoup réfléchi cette année au niveau "bien moyen" de la classe – enseigner seulement pour la moyenne. Je ne ferai plus ça. Je vais talonner les plus intelligents, ceux qui ont le plus de talent. Si les autres veulent suivre, tant mieux. Vous savez, je vais les amener à un certain niveau, mais je ne vais pas enseigner pour rien. Je vais les pousser autant que je peux, je vais essayer, en tout cas. »

Paul, maintenant assis devant le terminal, s'affaire à appuyer sur les boutons pour mettre en marche le jeu présentement sur le disque. Plusieurs autres élèves regardent par-dessus son épaule, pendant qu'il lit tout haut les commandes dans le manuel de directives que M. Blake a rédigé à l'intention des élèves. Une fois le jeu mis en marche, tous s'amusent à le voir essayer d'abattre les envahisseurs qui s'entrecroisent sur l'écran.

À la première cloche, soit à 8 h 35, la plupart des élèves sont déjà arrivés et passent les dix minutes qui suivent à bavarder bruyamment et à se préparer au travail de la journée. À 8 h 45, la voix du directeur intervient par les haut parleurs pour mettre fin à cette animation. Après les annonces et le chant de l'hymne national, le travail du jour commence.

C'est le jour « 1 » à l'horaire. Les élèves rassemblent rapidement leurs choses et se mettent en ligne pour la classe d'éducation physique qui se déroule dans le gymnase. Pendant 45 minutes, M. Blake a la tranquillité qui lui permet de poursuivre ses préparatifs de la journée. Le reste de la matinée comprendra des maths et de la lecture, d'après l'horaire reproduit au tableau II.1.

Sauf le mercredi, alors que c'est à son tour de surveiller le hall, la cantine et la cour de récréation, M. Blake passe une partie de son heure du dîner à courir à l'extérieur, soit avec le club de course (qu'il surveille) soit seul. Après sa demi-heure de course, M. Blake est ordinairement de retour en classe avant 12 h 30, où il termine son déjeuner et s'organise pour l'après-midi. Les sciences étant à l'horaire de l'après-midi, il retire plusieurs microscopes des armoires et les dispose sur la table, prêts à servir aux élèves pour l'examen de graines qu'ils vont recueillir dans le cadre de leur leçon de sciences. Un garçon qui vient d'entrer remarque les appareils et dit : « Ah! les microscopes », y regarde rapidement et se rend à son pupitre.

C'est la première fois de l'année que les microscopes sont sortis, mais l'apparition d'un tout nouvel appareil n'a rien d'inattendu; de fait, cela se produit de façon régulière dans la classe. Par exemple, on voit sur la table plusieurs grosses boîtes de carton remplies de squelettes et de frag-

Tableau II.1 – Horaire de la classe n° 5, école élémentaire Seaward

Heure	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	Jour 6
8 h 40	← Ouverture →					
8 h 45	Éd. phys.	Maths	Éd. phys.	Maths.	Éd. phys.	Maths
9 h 30	Maths		Maths		Maths	
9 h 45		Musique		Musique		Musique
10 h 15	← Récréat. →					
10 h 30	← (lecture) →					
11 h 30	← LIESES (« lecture ininterrompue et soutenue en silence ») →					
11 h 45	← Dîner →					
12 h 10	← Activités →					
12 h 50	← Écoute →					
13 h 15	Sciences[a]	Écriture	Art	Grammaire	Sc. soc.	Lettres
13 h 45		Français		Français		Français
14 h 15	← Lecture en groupe →					
14 h 30	← Ménage →					
14 h 35	← Fin de cl. →					

[a] D'après l'horaire, la période consacrée aux sciences dure 1 heure. Mais elle commence souvent 10 ou 15 minutes à l'avance. De plus, on consacre du temps non planifié au suivi d'activités scientifiques; l'apprentissage des mathématiques, des langues et des sciences sociales est souvent intégré à celui des sciences.

ments d'os que M. Blake a recueillis et préparés au cours des années. La classe a utilisé ces articles récemment pendant l'étude des vertébrés; leur présence permet aux élèves de s'y arrêter à n'importe quel moment et de poursuivre leur examen. Une grosse collection d'insectes et ses centaines de spécimens soigneusement montés et étiquetés sont déjà rangés à l'écart, en sécurité. Peut-être est-ce le talent qu'a M. Blake de toujours tirer des armoires des collections comme celle-ci (en plus d'une grande variété de matériel scientifique) qui provoque ces airs d'émerveillement sur les visages presque toutes les fois qu'à l'improviste quelque chose de nouveau sort d'une étagère. Cela contribue certainement au sentiment que les sciences sont partie intégrante de la salle.

À 12 h 45, la cloche sonne et, en moins de cinq minutes, tous les élèves sont là prêts pour la séance de l'après-midi, qui commence par une période d'écoute de vingt-cinq minutes. Cette période peut inclure une discussion sur un sujet d'intérêt mutuel, l'écoute et l'analyse d'une pièce musicale ou simplement le récit d'une histoire. Aujourd'hui, M. Blake fait la lecture d'un chapitre de *Charlotte's Web*. La classe écoute attentivement et, à un moment donné, il s'amorce une discussion sur les nains, au cours de laquelle les élèves apprennent quelques données biologiques en plus du lien entre les nains et l'histoire. À 13 h 15, l'ambiance de détente change, les élèves commençant à sortir leurs cahiers de notes de sciences.

La classe vient de terminer l'étude des noms scientifiques et s'apprête à travailler sur des graines de semence; « comment les plantes se reproduisent et créent de nouvelles plantes ». M. Blake dit aux élèves qu'ils vont semer des graines afin de découvrir les conditions de leur croissance et qu'ils « vont faire toutes sortes de petites expériences avec des semences de fèves parce que celles-ci poussent rapidement ». Aujourd'hui, toutefois, l'objectif consiste à examiner des graines ordinaires que les élèves iront recueillir à l'extérieur. À titre d'information de base, M. Blake leur dit qu'il se peut que les oiseaux les aient ramassées. De plus, étant donné que les plantes à floraison printannière et la plupart des plantes à floraison estivale sont déjà semées dans le sol ou commencent à croître pour l'an prochain, ils ne trouveront peut-être pas de ces graines.

Les élèves répartis en six groupes pour la classe de sciences, chaque groupe se voit chargé de recueillir une espèce précise de graines et chacun a l'ordre d'être de retour en classe dans dix minutes. La classe (y compris M. Blake) sort alors; chaque groupe prend une direction différente et s'affaire à recueillir les graines demandées. Le temps consenti étant écoulé, chacun revient en classe pour le reste de la leçon.

De retour en classe, on dispose trois microscopes binoculaires autour de la salle afin que les élèves puissent examiner les graines de plus près. Chaque groupe est prié de repérer les graines dans leurs plantes et d'en mettre à la disposition du reste de la classe. Chacun doit alors faire une collection des différentes espèces de graines et les coller sur une feuille de papier dans son cahier.

Les élèves se mettent au travail avec ardeur, s'efforçant de trouver leurs graines. Certains écrasent leurs spécimens, pendant que d'autres disèquent leurs fleurs et les cônes. Je me promène dans la classe et je remarque que la plupart des élèves sont incapables d'identifier quelque graine que ce soit. La conversation révèle qu'ils ne savent pas ce qu'ils recherchent. Au lieu de cela, ils devinent tout simplement, de sorte qu'à la fin, fleurs, graines et parties de plantes se retrouvent toutes collées sur des feuilles. Apparemment conscient de la difficulté générale, M. Blake interrompt le cours et demande l'attention des élèves :

> « Je vois que, cet après-midi, certains se sont trompés dans l'examen des graines. Ils regardent toute la fleur, en pensant que c'est une graine, et c'est seulement après l'avoir placée sous le microscope qu'ils découvrent que la graine est en réalité une toute petite chose. Maintenant, ce microscope présente quelques-unes des toutes petites graines et quelques fleurs; aussi, peut-être que certains d'entre vous veulent s'approcher et les regarder. »

Plusieurs élèves se rassemblent autour du microscope, attendant leur tour de regarder, et M. Blake continue de circuler dans la salle, aidant chacun au microscope. Dans presque tous les cas, il a repéré la graine et, même alors, la confusion persiste chez les élèves, qui demandent : « Mais qu'est-ce qui est la graine? » ou « Où se trouve-t-elle? » Pendant ce temps-là, les autres continuent à coller des choses dans leurs cahiers de notes

ou à se débattre avec les microscopes. Après cinq ou six minutes, M. Blake demande encore une fois l'attention, se rend au tableau et commence « à décrire certaines choses » remarquées à propos des graines qu'il a vues, en faisant des dessins au tableau :

« Une graine d'épinette ressemble à une petite aile. Et toutes les fleurs d'automne ont des graines, – certaines toutes petites, certaines circulaires; d'autres sont tordues et deux ont la forme de parachutes, comme ceci; d'autres espèces encore ont l'apparence de petites amandes; et certaines sont longues. Nous avons vu une espèce de graine d'herbe qui était très, très petite. Est-ce que quelqu'un a trouvé quelque autre genre de graines? »

Aucun n'en a trouvé, de sorte que M. Blake retourne au milieu des élèves et tous reprennent leur travail; certains s'efforcent maintenant d'identifier des graines semblables à celles qui sont dessinées au tableau. M. Blake continue sa tournée, tout en expliquant, en donnant des éclaircissements et en aidant les élèves à identifier leurs graines. Moi-même, je vais ici et là, m'entretenant avec les élèves de ce qu'ils sont à faire, aidant de temps à autre au microscope ou m'arrêtant pour regarder ce que les élèves examinent. Quoique de nombreux élèves n'aient pas encore découvert leurs graines, cela ne semble pas les déranger et ils poursuivent leur tâche de collage qui, pour un certain nombre, semble une préoccupation de tout premier plan. Certains qui ont de la difficulté à manipuler le microscope laissent finalement tout tomber et retournent à leur place, mais quelques-uns persistent, bien décidés à découvrir de toutes petites graines.

Jusqu'à maintenant, la classe n'a reçu aucune instruction spéciale sur l'utilisation du microscope; la méthode par tâtonnements domine. Ce processus se poursuit pendant une vingtaine de minutes, puis les élèves sont priés de retourner à leur place et de porter leur attention vers l'avant de la classe. Graduellement, l'activité et le bavardage cessent et M. Blake commence à orienter la récapitulation.

M. Blake : Nous avons vu bien des choses différentes et maintenant nous allons essayer de comprendre ce qui se passe. Les graines que nous avons vues étaient toutes petites, plus ou moins comme celles dessinées au tableau. Je n'ai pas idée de ce que sont certaines d'entre elles. Il est très difficile d'identifier quelques-unes de ces plantes parce que, d'ordinaire, on recherche des fleurs et des feuilles, alors qu'ici il n'y en a pas du tout. Je me suis trompé tant de fois en regardant une plante que je ne tente même plus de deviner, parce que leur apparence est tellement différente lorsqu'elles sont en fleurs et lorsqu'elles n'ont que leurs graines. Bon, maintenant, quelles caractéristiques avez-vous remarquées au sujet des graines?

Un élève : Elles sont petites.

M. Blake : Petites, en effet. De fait, vous pourriez même dire que certaines sont...

Un élève : Toutes petites.

Un élève : Microscopiques.

M. Blake : Oui, il pourrait s'en trouver qui sont microscopiques, parce qu'on pourrait vraiment ne pas les voir autrement que sous le microscope. Pourquoi? Quelle sorte d'adaptation fait que des plantes ont des graines toutes petites?

Un élève : Bien, je crois que c'est pour qu'il puisse y en avoir beaucoup dans une fleur et que les oiseaux ne puissent pas les manger.

M. Blake : Bon, c'est peut-être pour leur permettre d'échapper aux oiseaux.

Un élève : Pour qu'elles puissent tomber sur le sol plus facilement.

M. Blake : C'est ça, afin qu'elles puissent tomber dans les petites crevasses du sol. Tout cela, ce sont des raisons possibles.

Un élève : C'est peut-être que la nature les a tout simplement faites comme ça.

M. Blake : Ça peut paraître drôle, mais réfléchissez-y. Il n'est pas nécessaire qu'elles soient grosses. Il est peut-être plus économique qu'elles soient petites. Qu'est-ce que ça fait, une graine?

Un élève : Elle pousse.

M. Blake : Réfléchissons à ce que les graines font. Quelle est leur première fonction? En réalité, leur fonction numéro deux est liée à la première.

Un élève : C'est de grandir.

M. Blake : C'est de produire une nouvelle plante (en corrigeant l'élève).

Un élève : De faire de nouvelles plantes?

M. Blake : Non, c'est la même chose. La première fonction est de produire une nouvelle plante. La deuxième se rattache à ça. Les graines servent à autre chose aussi. Nous en mangeons.

Un élève : Nous mangeons des graines? (avec surprise).

M. Blake : Nous y sommes presque.

Un élève : De la nourriture?

M. Blake : C'est ça, la deuxième fonction, c'est d'emmagasiner de la nourriture. Pour qui?

Un élève : Pour la plante.

M. Blake : C'est ça; la nouvelle plante ne peut pas fabriquer sa propre nourriture, n'est-ce-pas? Possède-t-elle des feuilles? Elle ne possède qu'une petite tige qui sort du sol, de sorte qu'il lui faut de la nourriture jusqu'à ce qu'elle ait grandi et puisse produire sa propre nourriture. La graine donc a deux fonctions; elle a celle d'emmagasiner de la nourriture et puis celle de posséder ce petit peu de vie qui fera pousser une nouvelle plante – les cellules ou autre chose. Maintenant, lorsqu'on a ouvert le tombeau du roi Tut, on y a trouvé des graines, dont certaines ont été plantées par les scientifiques et ont poussé. Elles avaient été enterrées pendant des milliers d'années. Or, une des plantes qui vivent le plus longtemps – et qui pour cette raison était souvent mise en colliers, dans un petit globule de verre – s'ap-

pelle la graine de moutarde. La graine de moutarde peut rester en vie des centaines et des milliers d'années. Certaines graines ne peuvent pas; certaines graines vivent à peine plus d'une année. Lorsqu'on sème de la laitue et que l'on compte les graines qui germent, on constate qu'à peu près la moitié d'entre elles seulement germent et que, l'année suivante, si l'on a encore le même sachet de graines, on en obtiendra probablement une dizaine seulement. Elles ne vivent donc pas très longtemps.

Un élève : Et les graines qui renferment du lait? Le lait leur sert-il de nourriture?

M. Blake : Les noix de coco?

Un élève : Non. On en trouve parfois dans les pissenlits.

M. Blake : Non, on n'y trouverait rien de ça au début; le lait est fabriqué par la suite. C'est le liquide qui circule dans les tubules de la plante, un peu comme de la sève. Arnie?

Arnie : Alors, et la plante du Lotus?

M. Blake : Ah, je n'en sais rien.

Arnie : Eh bien, on en a trouvé congelées depuis des centaines et des milliers d'années, puis on les a mises dans de l'eau bouillante et elles se sont ouvertes.

M. Blake : Ah, je ne savais pas. Certaines graines conservent juste un petit peu de vie et il y a des animaux comme ça aussi. Si l'on met dans de l'eau des herbes séchées provenant d'un étang, souvent on voit de petits animaux qui commencent à nager autour.

Il est déjà près de 14 h 30 et c'est le moment de se préparer à partir. Alors, chacun commence à nettoyer et à remettre la classe en ordre pour le lendemain.

Dès que la cloche sonne, presque tous partent. Quelques garçons restent pour utiliser l'ordinateur. M. Blake s'entretient avec eux tout en remettant les choses en place après l'activité de la journée. À 15 h 15, tous les élèves sont partis et M. Blake a finalement un peu de tranquillité pour planifier et organiser son travail du lendemain. Cette année, il reste jusqu'à ce qu'il ait terminé son travail, ce qui est différent des années précédentes où, bien souvent, il emportait des livres chez lui afin de pouvoir travailler plusieurs heures chaque soir. Son rythme de travail le conduisait à « l'épuisement » et il a été forcé de réévaluer ses priorités et de réaménager son temps. Et maintenant, il reste plus tard à l'école, jusqu'à 17 h 30 au besoin, afin de terminer son travail et de n'avoir rien à emporter chez lui. Il s'inquiète toujours de l'épuisement mais, au moins, ça « va un peu mieux » cette année.

III. L'enseignement des sciences à l'école primaire Trillium

Thomas Russell et John Olson

Le présent chapitre est un compte rendu du travail de trois professeurs d'une école primaire de l'est de l'Ontario, que nous appellerons l'école primaire Trillium. Nous mettons le lecteur en garde contre toute tentation de généraliser, d'étendre à tout l'Ontario, voire à tout le Canada, les conclusions de cette étude menée à partir du travail de ces trois professeurs.

M. Swift n'enseigne que les sciences à différents groupes d'enfants. M^me^ Macdonald et M. Clark enseignent les sciences à l'intérieur de leur enseignement régulier, chacun étant titulaire d'un seul groupe d'enfants du même niveau. Les trois ont accepté volontiers de participer à cette enquête, ce qui est une indication claire de leur aisance dans l'enseignement de la matière, et dénote en même temps leur confiance de trouver, au cours de l'année, le temps et l'énergie pour soumettre leur enseignement à ce genre d'examen plutôt inhabituel.

L'école primaire Trillium date de 1958, comme l'indique la plaque commémorative gravée dans la porte d'entrée. La construction de cette école témoigne du développement de la banlieue. La plupart des enfants qui la fréquentent proviennent de la classe moyenne; leurs parents tiennent généralement à ce qu'ils réussissent et les suivent de près. L'école accueille environ 250 enfants de la maternelle à la 8^e^ année. M. Swift en est directeur adjoint; il partage son temps de façon presque égale entre l'administration et l'enseignement des sciences en 7^e^ et en 8^e^ année à des groupes décloisonnés, c'est-à-dire qui ont un professeur différent pour chaque matière. Ces groupes ont quatre périodes de sciences d'une durée

de quarante minutes chacune par cycle de six jours. M. Clark enseigne en 5e année, et Mme Macdonald en 3e : leur enseignement des sciences se déroule dans le cadre du cours intitulé : « Étude du milieu » (Social Environmental Studies).

Les sciences au cycle intermédiaire

M. Swift s'est joint au personnel de l'école en 1972. Il prit alors en main le programme des sciences en 7e et en 8e année. À ce moment-là, les directives du ministère de l'Éducation laissaient aux écoles le soin de déterminer leur programme. Cette politique avait été établie justement cette année-là. Avant cette date, le programme de sciences avait toujours été imposé dans le détail; mais la directive ministérielle de 1972 ne spécifiait plus la matière qu'il fallait enseigner. Le document disait bien, en termes généraux, ce que le Ministère attendait d'un programme de sciences, et apportait des exemples sur la façon dont chaque école devait le réaliser. Donc, M. Swift était laissé à lui-même et à ses propres moyens pour planifier le programme pour l'école.

Le local des sciences tel qu'il le trouva à l'époque, était presque en tout point semblable à ce qu'il est encore aujourd'hui. Sa disposition permet à six groupes de six élèves à deux par banc de travailler en équipe, chaque groupe ayant son chef d'équipe. Le long du mur, du côté sud de la classe, on trouve une table de travail avec six éviers; au-dessus de la table de travail, il y a des armoires où sont rangées des séries de deux manuels comformes aux directives antérieures à 1972. On y trouve aussi, pour une moitié de classe, une série de manuels rédigés selon les directives de 1978 qui réintroduisaient de façon explicite une grande partie de ce que devait contenir le programme proposé par le Ministère. On trouve encore dans les armoires certains articles en provenance de la Fédération des enseignants de l'Ontario dans le cadre d'un projet scientifique : l'équipement comprend des plans inclinés métalliques, des plateaux métalliques à éprouvettes, des éprouvettes et des ballons de laboratoire. On avait conçu les modules scientifiques de la FEO pour les utiliser dans les écoles primaires au cours des années 1960 et au début des années 1970. Ce projet devait marquer une étape importante dans la réforme du programme des sciences au primaire.

Sur le mur en face des armoires, on trouve un petit tableau noir et un tableau d'affichage avec toutes sortes d'informations sur les expositions scientifiques, et tout près de là, la porte du local de préparation. Ce local comprend, entre autres appareils, six balances de la FEO, six petits microscopes de marques Bausch et Lomb, des trépieds et trois brûleurs à alcool, tous de la FEO. On trouve aussi dans ce local un certain nombre d'articles accumulés par M. Swift pour certains modules de son programme actuel. En avant de la pièce et derrière le bureau du professeur, on a encore un tableau noir habituellement couvert de notes, de définitions et de diagrammes.

Sur le petit tableau à côté du tableau d'affichage, se trouve inscrit le programme de l'année. La 7e et la 8e année ont le même programme les chapitres étant étudiés en alternance tous les deux ans. On en est à la deuxième année du cycle. La première année couvrait les thèmes suivants : la classification des organismes; l'interdépendance; les propriétés de la matière; les mesures I; l'exposition scientifique; les actualités scientifiques. La deuxième année du cycle couvre les points suivants : les caractéristiques des organismes; les mesures II, force et énergie; les plantes; l'exposition scientifique; les actualités scientifiques. Un certain nombre de ces chapitres sont obligatoires en vertu des directives du Ministère, tandis que d'autres sont facultatifs, même si on les trouve aussi dans les directives; l'exposition scientifique et les actualités scientifiques sont des chapitres locaux.

Quand M. Swift arriva dans l'école, il n'existait pas de modules obligatoires. Il nous raconte ce qui en était :

M. Swift: Quand je suis arrivé ici, ma seule responsabilité sur le plan scolaire était de préparer un programme de sciences pour l'école, puisqu'il n'en existait aucun. On est pratiquement parti de zéro. J'en mettais un peu plus d'année en année, et le programme prenait de l'ampleur jusqu'à inclure la 6e année. Quand on m'a confié cette charge, j'étais anxieux. On m'avait demandé de le faire et comme il faut. Je n'avais pas le moindre doute sur ce qu'on attendait de moi.

M. Olson: Qu'est-ce qui vous préoccupait tant? La matière?

M. Swift: D'abord, il faut dire que j'ai échoué en sciences à l'université... mais, voyons une autre raison à cela : il n'existait aucune directive claire comme c'est le cas aujourd'hui. Tout ce qu'on a pu me dire, c'était : « Voici ce qui se fait à l'école secondaire des Pins ». C'était ça, le guide dont je disposais.

M. Olson: Aviez-vous manifesté le désir d'enseigner les sciences?

M. Swift: Pas du tout. Personne ne voulait des sciences à ce moment-là. Encore aujourd'hui, si je devais disparaître de la circulation, je pense que les sciences seraient quelque peu délaissées... Je suis fier de ce qui se fait ici. Ce n'est pas la perfection, évidemment... Ce que je fais : je raffine, j'enrichis le programme; j'y ajoute autre chose.

M. Olson: Qu'avez-vous fait pour vaincre votre appréhension du début?

M. Swift: Il n'y avait rien! rien!

M. Olson: Personne à qui demander conseil?

M. Swift: En fait, ce qui se faisait en 7e et 8e années est exactement ce qui se fait aujourd'hui, je crois, au primaire : l'enseignement des sciences se fait comme ça, de façon purement accidentelle. Un enfant s'emmène un beau jour avec un papillon, et l'on parle des papillons.

Laissé à lui-même, M. Swift commença à chercher des appuis : les directives en vigueur dans d'autres commissions scolaires, les cours et les ateliers préparés par la FEO, les conseils d'une école secondaire locale.

M. Swift exprima l'avis que les parents s'attendaient, aujourd'hui, à ce que l'école fasse du bon travail du côté de l'enseignement des sciences.

L'une des priorités de l'école dernièrement dans son programme d'enseignement, c'est de veiller à l'application des directives du ministère de l'Éducation au niveau de la 7e et de la 8e années. Le conseil scolaire quant à lui, s'est doté d'un superviseur dont la tâche consiste, en partie, à aider à organiser des événements à caractère scientifique sur son territoire, comme les expositions scientifiques, et à encourager l'enseignement des sciences au niveau local surtout par l'intermédiaire des équipes de rédaction d'été. Un conseiller pédagogique en sciences-math, nommé temporairement au Conseil scolaire, a déjà pris contact avec l'école pour voir surtout à préparer un programme destiné aux élèves de la maternelle à la 6e année. M. Swift considère qu'il est de son devoir de veiller à ce que ces cours arrivent aux mains des professeurs du 1er cycle du primaire. Il est d'avis que l'on traite toujours les sciences de façon accidentelle de la maternelle à la 6e. L'importance des sciences aux yeux des enfants dépend beaucoup de la personne qui enseigne.

La publication des directives du Ministère marque un véritable point tournant dans la carrière de M. Swift :

> « Pour moi, les directives du ministère constituent une vraie bénédiction. Je les apprécie hautement. Aussi, comme du point de vue professionnel, je suis une personne qui aime les choses ordonnées, je dois diviser ces directives en modules pour me permettre de fonctionner et de présenter la matière selon un plan logique. La philosophie de ces directives n'a pas de fin, elle pourrait certainement être plus concise. Ce qu'il faut chercher là-dedans, ce sont les modules eux-mêmes... Je dois répondre du contenu de ce document. »

Avant la publication du document de 1978, M. Swift se demandait s'il était dans la bonne voie :

> « Si vous n'avez rien pour vous guider, vous pouvez trop facilement vous égarer. Quant je n'avais aucune directive, je pouvais prendre mon temps, et, disons, parler des plantes à longueur d'année si je le voulais... Maintenant, je sens que j'ai des comptes à rendre. J'éprouve ce sentiment, parce qu'à bon nombre de réunions où je vais, l'on ne manque pas de nous dire : "Ce sont vos paramètres. Vous êtes mieux de vous y conformer". »

Buts et activités du cours de sciences de niveau intermédiaire

Tout naturellement, la question du pourquoi de l'enseignement des sciences surgit dans la conversation. M. Swift se dit d'avis que l'enseignement des points essentiels du document ministériel prépare les jeunes au secondaire et ça, c'est important. Ces points-là doivent être vus, absolument. Quant à la partie facultative, elle n'a pas la même importance. Il faut absolument couvrir ces points essentiels de façon à réduire cette peur des élèves par rapport aux sciences. Cette peur, dit M. Swift, se transmet par les professeurs :

« Les professeurs qui ont évité d'enseigner les sciences en les cachant derrière tout le mystère du cours sur l'environnement et la société. Habituellement, j'ai suffisamment d'indices pour me faire voir ce sentiment de peur qu'éprouvent les élèves... J'essaie de leur faire prendre conscience de l'importance des sciences dans leur vie de tous les jours. Je crois que c'est beaucoup plus sain, comme ça. Tant qu'il n'est question que de jouer avec des boutons (microscopes), de regarder des oscilloscopes ou d'enseigner des techniques de dissection, non! »

M. Swift veut faire comprendre à l'élève jusqu'à quel point les sciences sont importantes dans sa vie de tous les jours. Cette façon de faire, pense-t-il, est plus importante que d'apprendre à manipuler des oscilloscopes et autres instruments tout aussi complexes. La partie du cours intitulée « Les actualités scientifiques » (Science Happenings) constitue pour lui un moyen d'atteindre cet objectif. Il offre ce module chaque année, et c'est l'un des six modules que le Ministère leur demande de présenter chaque année. Au début de l'année scolaire, les élèves reçoivent une feuille rose sur laquelle ils trouvent les critères à respecter pour le travail. Chaque mois, les élèves de 8e, par exemple, doivent rassembler, annoter et coller dans un cahier de notes 15 articles de caractère scientifique tirés des journaux ou de toute autre source. Le cours va du mois de septembre au mois de mai. Tous les élèves de 6e, 7e et 8e années font ce module chaque année. Ce travail vise sept objectifs dont le suivant : « réaliser l'importance du progrès scientifique dans notre vie quotidienne, aujourd'hui et demain. » M. Swift en est à sa deuxième année d'enseignement de ce module sur les actualités scientifiques. Il a introduit cette activité pour bâtir un module qui compterait parmi les six que le ministère demande de couvrir, et pour montrer que « la science fait partie de la vie de tous les jours... Elle déborde les murs de la salle de classe... » « Pour ma part, je crois en cette idée que les gens devraient être informés de ce qui se passe. » Il trouve que cette activité perd graduellement de son importance vers le mois de mars :

« Ils en avaient assez. Je l'ai fait durer trop longtemps, mais il le fallait; il faut continuer si l'on veut développer un certain sens de la responsabilité... Peut-être que j'en demande trop aux enfants. En un sens, c'est presque comme à l'université. »

M. Swift remet en question l'introduction d'instruments compliqués dans son programme de sciences. Les microscopes, par exemple, ne sont pas essentiels : « Pour moi, un microscope est quelque chose de compliqué, comme instrument, même dans sa forme la plus simple, et je ne supporte pas l'idée de dire aux enfants : voici les microscopes que nous allons regarder quand vous savez pertinemment qu'ils vont vous démolir le porte-objets. »De même, pense M. Swift, on devrait bannir tout autre instrument inutilement compliqué :

M. Olson : Verriez-vous l'usage du microscope plus tard? 9e et 10e années?
M. Swift : Oui. Regardez ce que nous faisons ce matin : nous disséquons des fèves de Lima.
M. Olson : C'est ça qu'ils font?

M. Swift : Oui, mais des scalpels, je n'ai pas les moyens de m'en payer.
M. Olson : Qu'est-ce que vous prenez alors?
M. Swift : Des lames de rasoir, en prenant soin d'en recouvrir un côté.
M. Olson : Chaque enfant découpe une de ces affaires-là?
M. Swift : Oui, absolument. Il y en a même qui en découpent deux ou trois.
M. Olson : Ils dissèquent?
M. Swift : Ils dissèquent et ils identifient les parties - disséquer et étiqueter. Quelqu'un de l'université pourrait bien dire que ce n'est pas la bonne façon de procéder...qu'on devrait se servir d'un scalpel. Notre travail ici se situe au niveau élémentaire; c'est tout!
M. Olson : Qui donc a besoin d'un scalpel?
M. Swift : Ce que je fais c'est bien, même si les lames de rasoir sont rouillées. D'accord? Nous ne pouvons pas les remplacer chaque année. Alors, nous disons au enfants : Attention de ne pas vous couper.
M. Olson : Donc, ça fait quelque temps que vous les avez?
M. Swift : Oui, mais elles coupent encore. Elles sont là, ça fait partie de votre équipement, de ce qui vous appartient.

Malheureusement, le travail pratique amène parfois l'élève à se comporter de façon répréhensible :

M. Swift : Tenez, une classe, ce matin, qui n'écoute pas les directives. Ils trouvent que les fèves sont un petit peu glissantes et ils essaient de les lancer dans les airs. Je n'aime pas ça.
M. Olson : Pourquoi?
M. Swift : Je crois en ce que je fais, et quand je vois des choses comme ça, alors je fais moi-même la démonstration, et ils regardent... Je pourrai dire : « Oui, c'est vu, mais *vous* n'aurez pas fait *l'expérience* vous-mêmes! »

M. Swift a organisé sa classe pour tirer le meilleur parti possible de son équipement :

M. Olson : Quand vous faites des activités avec des jeunes, y a-t-il certaines choses que vous attendez d'eux?
M. Swift : Qu'ils remettent certaines choses, et qu'ils apprennent l'art d'observer, de prendre soin des choses et de les respecter.
M. Olson : Travaillent-ils deux par deux?
M. Swift : Non, il travaillent par groupe de six. Oui, chaque classe est organisée de la même manière, et cela pour toute l'année. C'est très mécanique; avec un président et un vice-président.
M. Olson : Travaillent-ils bien dans ces groupes?
M. Swift : Oui, et je suis satisfait.
M. Olson : Du nombre?
M. Swift : C'est un nombre raisonnable et je peux faire du bon travail avec l'équipement dont je dispose. Au lieu d'avoir, disons, dix-huit séries s'ils étaient par groupe de deux, il travaillent avec six séries d'un instrument.

M. Olson : Donc, c'est économique?

M. Swift : Oh, oui! Il en est de même pour le manuel, voyez-vous.

M. Swift a changé d'avis sur la façon de diriger les travaux pratiques. Faute de temps, il a dû modifier sa façon de procéder bien qu'il continue d'insister sur une bonne préparation des élèves!

M. Swift : Immanquablement, au début de l'année, il se trouve quelqu'un pour vous demander si nous allons faire des dissections. Ma réponse, c'est évidemment oui. Ils crient : « Youpi! » Je réponds : « Oui, c'est intéressant, mais nous avons à étudier un peu avant de commencer à couper, parce que nous devons savoir ce que nous cherchons ». Et c'est ainsi, j'espère, qu'on forme une attitude pour l'école secondaire. Pour ce qui est des rapports de laboratoire, j'en faisais beaucoup plus avant 1978. Je passais pratiquement tout mon temps à chercher des trucs pour occuper les élèves. Nous remplissions alors beaucoup de papier selon la procédure habituelle - vous savez, méthode, et ainsi de suite, l'élève devait écrire : « Ma prédiction est la suivante », c'était sacré! Donc, en ces temps-là, on faisait beaucoup de rapports écrits, et cela prenait beaucoup de temps. Je ne dirais pas que nous perdions du temps, mais c'était une façon d'étirer le temps le plus possible. Mais aujourd'hui, je ne peux plus disposer de ce temps que je dois normalement utiliser pour voir plus de matière. Je ne regrette pas le temps que nous ne passons pas à écrire les rapports d'expériences. Je crois qu'ils auront assez de temps pour le faire au secondaire et à l'université. J'estime qu'il y a trop d'autres bonnes choses à leur portée : une base de connaissance élargie. Le ministère nous demande de voir six chapitres dans une année. C'est plutôt difficile.

M. Olson : Quand un groupe a fini le travail qui lui était assigné, où va-t-il ensuite?

M. Swift : Nous ramassons le travail qu'ils étaient censés faire, et cela fait partie de la note globale. En d'autres mots, je suis « un dictateur ». Ce rapport ne sera pas quelque chose d'aussi individuel qu'un rapport de laboratoire.

M. Olson : À l'examen, les élèves seront questionnés à partir des notes qu'ils auront prises. Pourquoi leur faire écrire tout ça, puis le reprendre dans les examens?

M. Swift : C'est l'auto-discipline, voyez-vous. Ils doivent savoir un certain nombre de faits qui sont exposés là, dès le début. Il n'y a pas de cache-cache de ce côté-là. C'est pédagogiquement important, parce que c'est malsain que de travailler dans le vague. Et maintenant, je sais que je dispose d'une indication sur ce qui doit être fait, mettons-nous donc à l'oeuvre et travaillons comme il faut. De cette façon, je suis beaucoup plus heureux dans la classe.

M. Swift sait qu'il se retrouve ici devant un dilemme. S'il fait tout ce qu'il faisait avant 1978, comme des expériences pratiques, la rédaction des rapports d'expériences, du travail en plein air, etc., il n'aura pas le temps de voir toute la matière que les directives du Ministère lui demandent de voir. Il considère que la matière imposée par le Ministère a priorité sur un bon nombre d'autres choses, souhaitables certes, mais non essentielles. Je l'ai questionné là-dessus :

M. Olson : Vous parliez de certaines choses qui vous empêchaient de couvrir des points importants de votre programme?

M. Swift : J'ai l'attitude d'un converti vis-à-vis des directives : il faut absolument voir toutes la matière imposée. Peut-être que vous, en tant qu'universitaire, vous pouvez dire que ces enfants devraient...

M. Olson : Travailler avec le microscope?

M. Swift : Ce n'est pas précisément ce que demande le ministère. Les laisser s'amuser avec des microscopes? Je regrette, mais...

M. Olson : Qu'est-ce qui vous fait croire que vous avez raison?

M. Swift : Parce que c'est ça que veut le ministère. Ce que je lis noir sur blanc, mon interprétation du texte, c'est ceci : voilà ce que vous avez à voir et ce doit être vu.

M. Swift tient beaucoup à l'équipement qu'il a réussi à rassembler malgré un budget restreint. Il a accumulé beaucoup d'articles qu'il essaie de garder intacts. Il ne voudrait à aucun prix s'en séparer :

M. Swift : Ce que j'ai ramassé, ce que j'ai grapillé avec les années, sans budget, je tiens à l'avoir quand j'en ai besoin et en bonne condition, je veux savoir où c'est, pour être capable de le prendre, de m'en servir et de le remettre à sa place. Je le tiens sous clé!

M. Olson : Des articles d'un caractère spécial?

M. Swift : Des choses aussi simples qu'un thermomètre, des éprouvettes qui ne reviennent pas, des béchers qui ne reviennent pas. Quand j'en ai besoin, je peux aller les chercher les yeux bandés, parce que je sais exactement où ils sont.

J'ai demandé à M. Swift ce qui arrivait à l'équipement de la FEO qu'il n'utilise plus; à quoi servaient les plans inclinés.

M. Swift : J'ai passé beaucoup de temps avec ces choses avant 1978, et j'ai eu beaucoup de plaisir. Vous savez : les graphiques et le reste. Maintenant, ça ne répond plus aux besoins, donc ils ramassent la poussière.

M. Olson : Cela vous fait-il quelque chose de ne plus vous en servir?

M. Swift : Oui, certainement, parce que cela avait un certain rapport avec la mécanique et j'aime ce genre de travail. Avant 1978, c'était juste un module parmi d'autres, ce n'était pas planifié. Il a servi à faire du bon travail. Maintenant, nous étudions les feuilles. Nous considérons diverses façons de les classifier. Ce que j'aimerais beaucoup faire, ce serait de les amener dans

la nature. Avant 1978, cela ne faisait aucun problème, mais aujourd'hui, si je les amène à l'extérieur, c'est un cours de moins.

Les cahiers de notes comptent pour beaucoup dans le travail de la classe. La matière à apprendre vient des notes au tableau plus que du manuel. Le cahier de notes sert à consigner le travail fait. M. Swift demande aux élèves de diviser leurs cahiers en deux parties :

« La première partie du cahier, c'est la bonne. La deuxième partie leur sert de brouillon... Ce qu'ils écrivent dans cette deuxième partie est précieux quand même... [Je leur dis, par exemple] "Si vous m'aimez ce jour-là, dessinez un coeur; si vous me haïssez, écrivez ce que vous voulez... Ces pages servent à votre libre expression... Je vous conseille de prendre de bonnes notes pour pouvoir étudier". Alors, à partir de mon expérience personnelle, je leur explique que quand mes notes étaient un vrai fouillis, je ne voulais pas les étudier. »

Les manuels sont parfois utiles, mais jamais essentiels. M. Swift m'explique pourquoi il préfère organiser la matière lui-même pour ses élèves :

« Pendant la période de transition, avant l'arrivée des directives, j'ai appris à me servir des manuels de sciences juste comme livres de référence... J'ai continué comme ça, et les élèves en sont satisfaits... Si j'utilisais les livres, je m'éloignerais de ces notes que je suis... Pour ma part, je considère un livre uniquement comme une suggestion pour un nouveau professeur sans expérience : Il est là, utilisez-le si vous en avez besoin. »

Au lieu d'utiliser les manuels, M. Swift préfère remplir son tableau : « J'aime savoir que tout ira bien », dit-il. Il ne choisit pas les devoirs à faire à la maison dans les manuels.

M. Olson : Les devoirs que vous donnez, vous ne les prenez pas dans le manuel?

M. Swift : Vous voulez dire : « Lisez ces deux paragraphes et répondez aux questions »? Non, monsieur!

M. Olson : Ce n'est pas votre genre?

M. Swift : Non, monsieur!

M. Olson : Quels genres de devoirs leur donnez-vous?

M. Swift : (Prenez les plantes). Je commence par essayer de leur faire bien comprendre que les plantes sont importantes pour l'homme. Donc, pour le prochain cours, je pourrais leur dire : « J'aimerais que vous m'apportiez par écrit dix bons usages que l'homme peut faire des plantes, avec exemples directs ou indirects. »

M. Olson : Donc, ils doivent faire appel à leur propre expérience plutôt que d'aller le chercher dans un manuel?

M. Swift : C'est exact, c'est ce genre de choses, ou encore de rédiger des notes acceptables à partir de leurs brouillons, c'est-à-dire les notes de la deuxième partie de leurs cahiers.

M. Olson : Vérifiez-vous leurs cahiers pour les devoirs?

M. Swift : Pour voir s'ils les ont faits? Oui, au début de l'année, je fais le tour et examine chaque cahier. Quand je leur dis « je veux dix bons usages », je m'attends à ce qu'ils soient inscrits là-dedans. Si un élève me dit : « Je n'en ai pas plus que huit », je lui réponds : « Organisez-vous pour en avoir dix avant de sortir d'ici ».

M. Olson : Enlevez-vous des points à ceux qui ne font pas leurs devoirs?

M. Swift : Bien entendu. Si un enfant ne fait jamais ses devoirs, il perd un maximum de vingt points... J'ai quelques spécimens. Cependant, si c'est faible, je l'inscris dans son bulletin.

M. Olson : Attachez-vous une grande importance aux devoirs?

M. Swift : Pas beaucoup; c'est la conclusion du travail entrepris.

M. Olson : C'est surtout dans la classe que tout se passe?

M. Swift : C'est exact. Même à la fin d'un cours, je leur dis : « Voilà ce que j'attends de vous. Si vous voulez rester là à vous tourner les pouces, aussi longtemps que vous ne dérangez pas les autres, c'est parfait; mais vous êtes mieux d'avoir terminé votre devoir pour le prochain cours. »Je reconnais que je ne ménage pas les élèves. C'est ainsi que j'obtiens mes normes... Je leur laisse le temps de travailler. La porte est ouverte, et à quatre heures j'efface toutes les notes sur le tableau.

Enseigner d'après les directives

Il ressort de nos conversations avec M. Swift qu'il est tout à fait différent pour lui d'enseigner selon les directives ou sans elles. Sans les directives, on ne sait pas exactement ce qu'il faut enseigner et il est impossible de répartir la matière et le temps en conséquence. Quand le travail n'était pas contrôlé, on avait toujours peur de passer à côté. Les directives de 1978 fournirent à M. Swift ce mécanisme de contrôle, cette ligne de conduite qu'il lui fallait : il devait voir l'essentiel des directives avec ses élèves. L'importance de la matière, cependant, l'oblige à reconsidérer certaines activités, à cause du temps qu'elles demandent et du peu de rapport qu'elles ont avec les exigences des directives. Avec un programme plus étendu à couvrir, le facteur temps revêt une importance cruciale pour M. Swift quand il doit décider non seulement de ce qu'il doit présenter mais aussi de comment le présenter. Avec les directives lui disant clairement ce qu'il *doit* voir, il ne reste plus à M. Swift qu'à décider de la manière dont il doit procéder. Son objectif consiste à présenter sa matière de façon intéressante, mais sans y passer trop de temps.

Le meilleur moyen pour M. Swift de ne pas perdre de temps, tout en présentant sa matière de façon attrayante, c'est de contrôler sa classe énergiquement et de ne pas passer trop de temps à discuter ou à « divaguer ». Cela veut dire qu'il fallait laisser de côté bien des choses qu'il y aurait eu avantage à voir, n'eût été cette place prépondérante que prenait le temps dans ses décisions. M. Swift doit, par manque de temps, laisser

tomber des choses comme la la poursuite d'une discussion avec un élève parfois, des points complémentaires, des travaux de laboratoire de temps à autre plutôt que des notes, et des sorties en plein air. M. Swift est conscient des contraintes de temps qu'imposent les directives du Ministère. S'il utilise son temps judicieusement, il est assuré de couvrir la matière, mais s'il « perd » son temps avec les « à-côtés », il ne pourra pas voir tous les modules. M. Swift voit les contrôles qu'imposent les directives comme une possibilité de planifier son enseignement, de déterminer le travail à accomplir et d'insister sur certains points dans le temps prescript. Voilà pourquoi M. Swift considère ces directives comme une demi-bénédiction : une autorité qui lui dicte quoi enseigner et qui le force à laisser de côté des activités intéressantes, mais qui demanderaient trop de temps. Le contenu est là, certaines activités susceptibles de faire perdre du temps sont exclues. L'équilibre n'est pas parfait.

Curieux de savoir comment M. Swift s'y prend pour sortir de ce dilemme, je lui ai demandé de mettre en ordre une série d'activités en enseignement des sciences en commençant par celles qui dépendent essentiellement du professeur et en allant jusqu'a celles qui dépendent entièrement des élèves. Ces énoncés au nombre de 20 étaient écrits sur de petites fiches et il les a groupés selon certaines catégories qu'il s'était fixées pour organiser sa pensée. Nous avons alors discuté de ces activités à partir de sa classification.

Une importante catégorie, que l'on peut considérer comme la clé de voûte de tout l'édifice, était la suivante : « rester sur la bonne voie » plutôt que « perdre son temps ». Toutes les activités, selon lui, devaient se conformer à ce critère de classification. Les activités hautement dirigées sont celles qui ne nous écartent pas de la matière. « Moi, en tant que professeur, je sais où je vais et je n'aime trop m'éloigner de mon chemin. J'ai un objectif bien précis à atteindre, et j'ai un laps de temps bien précis pour y arriver ». On peut se rendre compte de l'importance que M. Swift attache au fait de savoir où il va et à l'utilisation rationnelle de son temps par sa façon de considérer une expérience où les élèves doient vérifier une loi. Selon M. Swift, il n'a que peu de contrôle là-dessus :

> « Si un jeune perd son temps pendant 40 minutes et prend ses mesures pendant deux minutes, copie et note les faits pendant le reste du temps, je ne peux pas contrôler cette partie... D'un autre côté, quand c'est moi qui mène, le jeune peut bien perdre du temps si son esprit est ailleurs... Quand on donne la liberté aux gens, la tentation est plus forte d'abuser de cette liberté, de chahuter. Je crois y avoir trouvé la réponse, mais je ne me crois pas capable de vivre avec ça. »

J'ai demandé à M. Swift d'expliquer ce qu'il croyait être la solution à ce dilemme. Il a parlé de problèmes auxquels il a dû faire face à l'occasion d'une excursion au Centre des sciences de l'Ontario. Pour être sûr que les élèves ne perdraient pas leur temps, il leur a demandé de remplir quatre fiches de travail pendant leur visite. Les élèves se sont plaints par la suite d'avoir manqué de temps pour terminer les quatre fiches. Devait-

on les laisser à eux-mêmes et risquer qu'ils perdent leur temps, ou les forcer à « faire » les fiches et qu'ils apprécient un peu moins leur visite? M. Swift est conscient qu'il s'agit là d'un gros dilemme qu'il doit résoudre avant de retourner au Centre :

> « Il y a beaucoup de pertes de temps. Je ne peux pas être avec chaque enfant. Quel mal y a-t-il à perdre son temps dans une place comme le Centre des sciences? Qu'arrive-t-il s'ils tournent un bouton dix fois? N'est-ce pas une découverte? Je ne peux nier cela, mais je ne me sens pas à l'aise dans une telle situation. Je crois que j'ai trouvé le moyen d'en assurer le contrôle. »

Pour M. Swift, les activités dirigées par le professeur ont un temps bien délimité pour atteindre un objectif bien défini. Si le temps le permet, alors, les étudiants peuvent passer de façon plus active, mais si le temps presse, « si l'horloge me dit qu'il reste cinq minutes pour finir ça pour qu'ils puissent avoir leur note, alors, j'écarte toute discussion, et je leur dis ce qu'il faut savoir. C'est parfait, je sais où je vais. » M. Swift a parlé du plaisir qu'il a à « profiter » de son cours plutôt que d'avoir à « couvrir » la matière :

> « Donc, disons que je divise ma période de 60 minutes en quatre parties et que je viens de terminer la première demi-heure. La matière du second quart d'heure a été vue en sept minutes et demie; il me reste donc 22 minutes et demie pour voir le reste. Si je fais mes 15 minutes, je peux, si je veux, passer sept minutes et demie à profiter de mon temps. Je peux donner mes cours et avoir du plaisir, et passer quelque temps à développer la réponse d'un élève. Si c'est l'inverse qui se produit, (c'est-à-dire que j'ai pris plus de 15 minutes), alors là, je me dépêche et je cours comme un enragé. »

Pour M. Swift, les directives permettent de planifier le temps d'enseignement et d'éviter de le gaspiller. Comment voit-il ces occasions où les pertes de temps sont inévitables? M. Swift défend son « manque » d'organisation du temps : « Je dois admettre que j'ai fait certaines choses qui m'ont coûté cher en temps, disons 3, 4, 5 périodes, mais je l'ai beaucoup apprécié. Sans cela, je ne crois pas que je serais capable de faire partager l'amour de ce que je fais. »

J'ai demandé à M. Swift quelles étaient les activités qui avaient tendance à prendre plus de temps qu'il n'en fallait :

M. Swift : Montrer un film; ce n'est pas inscrit dans les cahiers de notes comme un travail qui a été accompli.

M. Olson : Mais, cela en valait-il la peine?

M. Swift : Je crois que oui.

M. Olson : Donc, vous êtes content d'avoir pris le temps de le passer?

M. Swift : Oui, autrement, je ne l'aurais pas fait. Une autre chose, c'était l'observation de la structure d'une fève – l'intérieur et l'extérieur : deux périodes. Vous avez les notes sur le tableau. C'est comme ça que ça va se passer. Il y a un trou sous la cicatrice. Prenez vos lentilles.

M. Olson : Ainsi vous avez sorti les lentilles?

M. Swift : En effet, jetons-y un coup d'oeil. Je me paie le luxe de prendre le temps d'explorer. Mettez les fèves dans le congélateur. On y reviendra demain. Ça, c'était un luxe. Je veux dire que ce qui pouvait prendre une seule période a été fait en deux périodes, mais pour ma part, je trouve que c'était réellement valable.

D'autres activités étaient plus susceptibles de faire perdre du temps, même si elles pouvaient profiter aux élèves. M. Swift savait qu'en mettant l'accent sur des activités « rentables », il laissait peut-être tomber autre chose. Par exemple, il avait demandé aux élèves de formuler à haute voix leurs hypothèses sur quelque chose qu'ils avaient vu :

« Pour les bons élèves, c'est une occasion de participer, une occasion de donner un coup de main au professeur, de dire quelque chose, une occasion de voir leurs idées figurer sur le tableau quand j'arrive à leur tirer une idée, et c'est exactement ça que je voulais, de toute façon. »

Les visites en plein air présentent certains problèmes particuliers quant à la rentabilité du temps :

« Ce chapitre que nous voyons sur les plantes. Je ne suis pas allé dans la nature. Çaurait pu être une période très intéressante avec chacune des classes. Peut-être que nous aurions réussi. Je ne l'ai pas fait... Une chose que nous avons faite l'année dernière, nous sommes allés visiter un ruisseau à pied, pas loin de l'école. Nous n'avons pas dérangé le système, et c'est aussi quelque chose qu'il faut surveiller. Vous dérangez l'horaire, et "ça vient de s'éteindre..." C'est autant de raisons pour ne pas le faire trop souvent. Je ne devrais pas parler ainsi, car si j'avais voulu, je l'aurais fait. »

La partie obligatoire et la partie facultative du programme

Quand nous nous sommes rencontrés, M. Swift et moi, pour discuter de ses idées sur l'enseignement des sciences, il enseignait l'un de ces modules facultatifs – « Les plantes » – et un module obligatoire tiré des directives du Ministère : « Les caractéristiques des organismes ». J'ai assisté à neuf cours sur ces sujets. À partir de là, j'ai pu comprendre un peu ce que c'était que de travailler avec les directives de 1978.

Le premier cours auquel j'ai assisté portait sur la structure des racines pivotantes. Sur le tableau latéral, il y avait un diagramme indiquant clairement les parties du pivot. Un élève devait montrer les parties de la coupe longitudinale et un autre, celles de la coupe transversale. Certains élèves n'avaient pas appris les termes et M. Swift leur demanda de les apprendre pour le cours suivant. Il leur donna un moyen mnémotechnique pour les aider à s'en souvenir. Le cours aurait dû porter principalement sur la dissection d'un panais qui avait été laissé debout dans un bain de teinture. Malheureusement, la teinture n'avait pas pénétré la racine suffisamment. M. Swift demanda aux élèves d'imaginer ce qui se serait produit si la teinture avait pris. Certains ont dit qu'il serait resté moins de liquide dans

le vase. M. Swift fit alors remarquer qu'il pourrait bien y avoir d'autres raisons pour expliquer la baisse du niveau de liquide, et il demanda aux enfants d'essayer de les trouver. Après cet échange, la classe regarda les panais, un pour chaque groupe de six élèves. La classe s'est regroupée par la suite et les élèves devaient commenter ce qu'ils avaient observé. Les racines toutes ratatinées attirèrent l'attention des élèves, et M. Swift leur demanda d'expliquer pourquoi les panais étaient ainsi ratatinés et comment on aurait pu l'éviter. Le cours de 40 minutes s'est terminé sur cet échange, et l'on promit de faire la dissection la semaine suivante.

Un des cours suivants portait sur les caractéristiques des organismes. M. Swift avait écrit au tableau les définitions des termes importants. Il demanda aux élèves de réciter les caractéristiques, et le cours continua avec de la matière nouvelle, soit la reproduction. Après que M. Swift eut présenté le sujet, les élèves regardèrent un film sur les plantes, puis transcrivirent les notes écrites sur le tableau jusqu'à la fin du cours. L'extrait suivant est tiré des cours sur ce sujet aux élèves de 7e et de 8e année. Ici, nous voyons M. Swift présenter à sa classe la reproduction comme une caractéristique des êtres vivants.

7e année – 15 élèves, 1ère période

Le professeur : Aujourd'hui, nous allons encore jeter un coup d'oeil sur les caractéristiques des êtres vivants et parler de la reproduction. Nous en étions à réviser l'ensemble de ce chapitre. Comment avions-nous défini la reproduction?

Un élève : Faire un autre semblable à soi.

Le professeur : Très bien. Faire des bébés. Quand on fait des bébés, on peut procéder de deux façons différentes. L'une s'appelle la reproduction sexuée; c'est quand deux organismes se fusionnent pour ne faire qu'un; en d'autre mots, comme le papa chien et la maman chienne. La chienne, pas plus que le chien, ne peut faire des bébés toute seule. C'est ce qu'on appelle la reproduction sexuée. Nous avons, ensuite, un autre genre de reproduction : la reproduction asexuée, où un seul organisme suffit pour faire des bébés. On n'a nullement besoin d'un papa. La maman suffit. Vous rappelez-vous une plante dans le dernier chapitre qui pouvait faire des petits toute seule; qui pouvait se reproduire de deux façons?

Un élève : (pas clair)

Le professeur : Ce n'est pas celle à laquelle je pensais. (pause)

Un élève : (pas clair)

Le professeur : Oui, c'est ça. C'est très bien! Avec la reproduction asexuée, c'est-à-dire quand un seul organisme suffit pour la reproduction d'un autre. Nous avons deux sortes de reproduction asexuée. L'une s'appelle la fission – et, je vous en prie, si je vous demande d'écrire ce mot – n'allez

pas me faire comme j'ai déjà vu. J'ai eu des élèves qui m'ont déjà écrit « fishing »*. C'est fission : f-i-deux s-i-o-n. Ici, un organisme se divise en deux nouveaux organismes (il montre le dessin sur le tableau). Peut-être que vous comprendrez mieux en regardant à la page 20 de votre livre *Focus on Science*. C'est la page 21. Si vous examinez les deux séries de diagrammes gris; c'est la série du haut. D'abord, vous avez... Comment appelez-vous ça, cette première chose?

Un élève : Une cellule

Le professeur : Qui l'a trouvée? Qui a dit « cellule »? C'est toi Karen? Oh extra! Je pense que tu vas bien avoir un 80 la prochaine fois. Nous avons là une cellule, et dans le deuxième dessin, qu'y a-t-il de changé dans la cellule?

Un élève : (pas clair)

Le professeur : Oui, c'est une forme différente. Quels changements pouvez-vous déjà noter? Oui, Curtis?

Curtis : Elle commence à se séparer de telle manière que quand elle se divise en deux, chaque partie est égale à l'autre.

Le professeur : Pourrais-tu être un peu plus précis?

Curtis : Quand elle se divise en deux, un côté puis l'autre, ils sont identiques.

Le professeur : Corrige-moi si je me trompe, mais si je te comprends bien, es-tu en train de me dire que tu peux déjà voir la preuve du début de la division?

Curtis : Ouais.

Le professeur : Comment? C'est ça que j'essaie de voir.

Curtis : Elle commence à se déplacer.

Le professeur : Qu'est-ce qui commence à se déplacer?

Curtis : La cellule.

Le professeur : Je crois que nous faisons erreur ici. C'est tout ça, la cellule.

Curtis : Ouais, je le sais.

Le professeur : Comment appelle-t-on ça, cette affaire-là ici? Je vois quelques mains levées. Oui, monsieur?

Un élève : Le noyau.

Le professeur : C'est ça, quelle différence y a-t-il entre ceci et cela? Tu dis...?

Un élève : Dans le centre, ça s'en vient presque.

Le professeur : C'est ça. C'est presque comme la taille d'une femme. C'est le début de la division, et puis, évidemment, dans le troisième (dessin) le diagramme nous fait voir la division en train de s'opérer et dans le quatrième, la division a eu lieu, et chacune de ces nouvelles cellules s'appelle une cellule fille; une cellule-fille! Ca ne veut pas dire que c'est une

* Jeu de mot anglais sur « fusion » et « fishing » intraduisible en français.

cellule femelle. Ce n'est pas le cas. On l'appelle ainsi, une cellule fille juste pour montrer qu'elle est le rejeton. C'est une première manière de reproduction asexuée. La seconde est le bourgeonnement. Le bourgeon apparaît sur la cellule mère et éclate, et vous pouvez voir les différentes étapes. Je ne l'ai pas dessiné aussi bien que dans le livre, mais l'idée est là : deux modes de reproduction asexuée. La fission qui se fait par division cellulaire et le bourgeonnement quand une plante pousse à partir de la cellule mère.Dans chacun des cas, les nouvelles cellules s'appellent des cellules filles. Les résultats de la fission et les résultats du bourgeonnement s'appellent des cellules de fission. Et maintenant, je résume pour ce matin en disant que certains organismes peuvent se reproduire sexuellement ou asexuellement, comme on vient de l'expliquer, mais la plupart des organismes n'ont qu'un mode de reproduction. Questions?

8e année – 20 élèves, 3e période

Le professeur : La prochaine caractéristique des êtres vivants que nous avons discutée était la croissance. Essayons de voir ça rapidement. Quels sont les deux principaux types de croissance qui se manifestent dans le corps et les cellules? Allons-y rapidement. Le corps et les cellules – un?

Un élève : (pas clair)

Le professeur : Très bien, les cellules grossissent. Un autre type de croissance est la division : les cellules se divisent. Comment appelle-t-on ça?

Un élève : La mitose (mitosis).

Le professeur : « My toes is » cold on a day like this*. (J'ai froid aux orteils en un jour comme celui-ci). Comment appele-t-on une mitose incontrôlable?

Un élève : Un cancer.

Le professeur : Très bien. Quelles sont les trois choses que la mitose engendre dans l'organisme à... excusez, trois choses qui peuvent se produire à cause de la mitose. (pause, pas de réponse) Oh, excusez-moi... Vous ne vous rappelez pas?

Un élève : (pas clair)

Le professeur : Très bien, c'en est une.

Un élève : .... remplace les cellules ...

Le professeur : En fait, elle remplace les cellules mortes – les cellules du sang. Elle peut aussi remplacer – quel était le premier mot que nous avons employé?

Un élève : Les cellules endommagées.

* Jeu de mots d'après la prononciation anglaise de « mitosis », dénué de sens en français.

Le professeur : Les cellules endommagées, c'est très bien. Comme celles que nous avons quand nous nous coupons, et une autre? Cela se produit à l'intérieur de vous, c'est un besoin permanent. Notre ami, là-bas, au fond de la classe? Oui.

Un élève : Croissance.

Le professeur : La croissance, d'accord, la croissance, c'est très bien. Avez-vous des questions sur ces deux sous-modules? Aujourd'hui, nous allons parler de la reproduction dans l'organisme. En dépit de vos préoccupations, que signifie la reproduction? Shirley?

Un élève : (pas clair).

Le professeur : Oui! Faire un petit bébé qui nous ressemble, et cela peut se faire de deux manières différentes.

Au cours de ces leçons sur la reproduction, M. Swift s'en est tenu aux définitions importantes. Les élèves doivent copier ces définitions dans leurs cahiers. Définitions de reproduction « sexuée » et « asexuée » aussi bien que les définitions de « bourgeonnement » et de « fission ». Pendant les cours, M. Swift récapitule la façon dont il fallait comprendre ces concepts; il veille à respecter la terminologie et l'ordre de présentation des directives. Il donne aux élèves des moyens mnémotechniques pour les aider à se rappeler des mots comme « fission » et « mitose ».

Au cours d'une leçon subséquente, toujours sur les caractéristiques des organismes, il remet aux élèves leur travail mensuel sur les actualités scientifiques avec des feuilles d'évaluation dûment complétées; les élèves discutent de leurs notes avec M. Swift. Il demande aux élèves s'ils ont revu leurs notes pour le cours, et il revise avec eux des mots : « autotrophe » et « hétérotrophe », de même que « ingestion » et « digestion ». Ces termes sont soulignés dans les directives. Après la récitation, M. Swift revoit avec la classe les étapes à suivre pour la rédaction d'un rapport officiel de laboratoire. De là, il passe au travail sur les modules facultatifs que la classe voit parallèlement aux modules obligatoires. Pour ceux-là, au lieu d'insister sur des mots et sur leurs définitions, il met l'accent sur les méthodes à suivre et leur logique. Il dit aux élèves qu'ils auront besoin de savoir comment procéder pour l'exposition scientifique. Il distribue une feuille qui énumère les sept étapes d'un rapport d'une expérience, et il commente brièvement la nature de l'expérimentation contrôlée. Voici un extrait de sa présentation sur l'expérience contrôlée :

> « La méthode – avant d'en venir à la méthode, j'aimerais sauter à ce qui se trouve sous la double ligne, aux deux tiers du bas de la page – le contrôle de l'expérience. J'ai essayé de résumer le plus possible tout en gardant un certain sens. Il est bon, quelquefois, d'avoir un témoin en expérimentation. Le groupe témoin de l'expérience diffère du groupe soumis à l'expérience proprement dite (c'est l'expérience elle-même) sous une seule condition ou variable. Nous changeons une seule chose. Nous faisons varier une seule condition. Le témoin sert de comparaison avec l'expérience elle-même; par exemple : Quelle

influence peut avoir l'engrais sur la croissance des plantes? J'ajoute de l'engrais à un groupe de plantes, le groupe expérimental, j'ajoute de l'engrais et de l'eau. Je fais exactement la même chose au groupe témoin; j'ajoute exactement la même quantité d'eau, mais pas d'engrais aux plants de fèves identiques. Pourquoi? Pour garder toutes les autres conditions semblables – conditions comme la température, la quantité de lumière, la quantité d'humidité et autres. Donc, j'ai un groupe témoin et un groupe expérimental, parce que, comme vous voyez, si nous n'avions pas le groupe témoin, alors, peut-être diriez-vous, "peut-être que ces plants de fève auraient donné le même résultat, de toute façon". Je ne pourrais pas discuter ça. Peut-être qu'elles se seraient comporté de la même manière, je ne peux vraiment rien répliquer à cela. Voilà pourquoi, c'est bon d'avoir un groupe témoin dans une expérience. L'année dernière, en 6e année, nous n'avons pas beaucoup parlé de contrôle des variables. Cette année, j'espère que vous en saurez beaucoup plus sur cette question là. Y a-t-il des questions sur le contrôle des variables? »

Commentaires

Dans ses remarques à la classe, M. Swift met l'accent sur les méthodes expérimentales. Ces méthodes, comme l'indique la feuille qu'il a distribuée, doivent servir à préparer les projets pour l'exposition scientifique, qui constitue l'un des six modules que l'école doit voir au cours de l'année. On invite les parents à l'expo-sciences et les élèves de 7e et de 8e année y reçoivent des prix. Pour l'exposition des élèves de 6e année, ceux-ci voient leurs travaux commentés par le jury qui utilise une feuille préparée à cette fin par M. Swift. Ces commentaires ont pour but de donner à l'élève une critique positive de son travail. J'ai été juge pour l'exposition de la 6e année. Le gymnase était plein de pièces d'exposition, et les élèves avec qui j'ai parlé avaient des choses intéressantes à raconter. Ils semblaient contents et désireux d'expliquer comment ils avaient réalisé leurs projets. L'exposition semble avoir procuré un moyen de réaliser quelque chose de plus, au delà de la matière proposée par les directives, et pour lequel on ne dispose pas de temps en classe. La pédagogie de l'exposition scientifique contraste avec celle du programme prescrit par les directives, en ce sens que l'exposition *permet* aux élèves de faire des sciences au lieu d'apprendre des *notions* scientifiques; elle leur donne l'occasion d'aller au fond de quelque chose, en dehors des heures de classe, au lieu de prendre les précieuses minutes qui doivent être consacrées à l'enseignement de la matière obligatoire.

La différence méthodologique entre le cours sur les caractéristiques des organismes et celui sur les procédés expérimentaux pour l'exposition scientifique nous permet de voir concrètement la conception de l'enseignement des sciences de M. Swift. Les caractéristiques des organismes doivent être enseignées de la manière prescrite : les directives insistent sur la nomenclature, les mots, et présentent les sciences comme un ensemble

de faits avec un vocabulaire spécialisé. Les procédés expérimentaux, quant à eux, sont orientés vers quelque chose de concret – se préparer pour l'exposition – et mettent l'accent sur l'imprévu plutôt que sur la mémoire.

Si nous revenons à ce que M. Swift espère réaliser par son enseignement des sciences, on peut voir comment il utilise deux cheminements différents pour atteindre ses objectifs. M. Swift a toujours insisté sur l'importance du travail de l'élève comme préparation aux études supérieures. Ce que celui-ci fait et la façon dont il le fait le préparent adéquatement à entreprendre des études ultérieures en sciences. Les exigences des directives semblent une façon d'atteindre ce premier objectif. Les chapitres sur l'exposition et les actualités scientifiques se situent dans un contexte plus personnel – aider les élèves à voir par eux-mêmes jusqu'à quel point les sciences, par exemple, font partie de l'actualité, et comment elles peuvent être pour eux une forme de violon d'Ingres. Ces modules constituent une façon plus détendue d'envisager les sciences.

On pourrait dire que M. Swift a essayé de résoudre les problèmes de temps en incorporant dans le programme obligatoire ces modules sur l'exposition scientifique et les actualités scientifiques. Pratiquement, ces modules facultatifs permettent aux élèves de suivre un programme parallèle soumis à des règles générales de son propre cru, mais qui laissent aux élèves le choix personnel du contenu et de la façon de le traiter. Ces modules contrastent avec ceux qui visent à l'uniformité en assurant à tout le monde le même noyau de connaissances. Comme les modules conçus localement n'empiètent pas sur le temps réservé au programme obligatoire dans la salle de cours, ils peuvent être vus sans rien sacrifier de son contenu. Le programme de la classe insiste sur la matière à enseigner, conçue comme un ensemble de connaissances à transmettre, tandis que dans le programme parallèle, l'exposition scientifique insiste sur la méthodologie expérimentale, et l'actualité scientifique insiste sur l'impact social du progrès scientifique au-delà de la salle de classe.

Comme nous le disions, M. Swift croit fermement que l'enseignement des sciences à l'école devrait avoir un lien quelconque avec la vie des élèves en dehors de l'école, et il nous semble capable de poursuivre cet objectif tout en couvrant le programme obligatoire. C'est peut-être la façon dont le programme est présenté dans les directives qui crée chez lui cette impression d'un ensemble de faits à transmettre. L'insistance du Ministère sur des modules obligatoires, des thèmes obligatoires et une terminologie précise peut véhiculer un tel message. Les directives du ministère semblent dire : « Voici la façon dont il convient de répartir le programme; voici les éléments essentiels; voici le temps qu'il faudrait y consacrer; voici ce sur quoi il faut insister; voici ce qu'il faut faire comprendre. » L'organisation du programme indique la manière donc ceux qui dictent les directives conçoivent le fonctionnement du cours de sciences. L'organisation du cours de sciences, dans les directives, montre peut-être comment les professeurs s'adaptent à la réalité de l'enseignement des sciences au secondaire dans les écoles publiques : il s'agit d'un programme qui semble avoir été approuvé et qui doit être enseigné selon un horaire bien précis. Les

ambiguïtés relatives à l'enseignement de la matière sont réduites au minimum parce que le professeur ne décide pas lui-même de la matière à enseigner et que les modules obligatoires sont présentés de telle manière que leur caractère obligatoire se trouve renforcé par le moyen de thèmes imposés et d'une terminologie précise. L'insistance sur la classification, les définitions et le vocabulaire accrédite l'idée que la matière est un « corpus de vérités », et apporte, peut-être, un appui aux professeurs dont la compétence est incertaine. Est-ce un pur hasard si M. Swift considère ce guide comme un « don du ciel »?

La structure même du programme véhicule certaines valeurs éducatives. Une de ces valeurs importantes consiste peut-être à ne pas rendre l'enfant suffisamment responsable de ce qu'il sait, parce que tout lui est donné sous forme de texte à apprendre au lieu de leçons sur la nature du savoir scientifique, par exemple. Vues comme moyen de communication, les directives ministérielles véhiculent aussi des méta-messages qui disent au professeur ce qu'il est important d'enseigner en sciences, ce que doit être son attitude vis-à-vis du savoir scientifique et des élèves, comment il doit employer son temps, et quelle est la nature des interactions se produisant dans sa classe. Pour M. Swift, les conséquences pratiques de la structure des directives ont été une demi-bénédiction. Grâce aux directives, il sait exactement ce qu'il doit enseigner. Cependant, tout ce qui y est dit sur la façon de l'enseigner (implicitement, par la nature même du document) n'encourage peut-être pas M. Swift à compter sur son expérience de professeur, sur ses intérêts personnels et ceux de ses élèves ni sur le potentiel éducatif de l'enseignement des sciences pour ses élèves. D'un autre côté, les directives l'ont aidé, d'après lui, à résoudre bon nombre de problèmes importants auxquels il devait faire face en 7e et en 8e année. Bref, on peut dire que le rôle des directives revêt un caractère complexe.

Ce que M. Swift a fait, semble-t-il, c'est de bâtir un programme qui lui permet de résoudre les autres problèmes. Le programme est couvert (c'est-à-dire, le corpus de connaissances est transmis aux élèves), quelques aspects sociaux des sciences font l'objet d'un module facultatif sur l'actualité scientifique et les élèves découvrent le caractère enrichissant de l'activité scientifique grâce à leurs travaux pour l'exposition scientifique. Nous avons évoqué dans nos conversations la possibilité d'une activité de perfectionnement qui permettrait aux professeurs de mettre en commun leurs problèmes, leurs solutions personnelles et leurs points de vue sur les solutions courantes, à la lumière de ce qu'ils estiment être le but de l'éducation scientifique.

Ceci met fin à notre étude sur M. Swift et son enseignement des sciences au niveau des 7e et 8e années. Passant de M. Swift à M. Clark et plus tard, à Mme Macdonald, nous quittons un professeur de sciences qui n'enseigne que les sciences dans toutes ses classes pour rencontrer deux enseignants pour qui les sciences n'occupent qu'une infime partie de leur temps d'enseignement. Dans un sens, donc, les portraits suivants sont incomplets si on les compare à celui de M. Swift. Nous n'avons pas examiné directement la plus grande partie du travail de M. Clark et de

M^me^ Macdonald. Cependant, on a relevé plusieurs traits distinctifs de leurs philosophies générales de l'enseignement ainsi que certaines caractéristiques propres à l'enseignement des sciences aux jeunes enfants.

L'enseignement des sciences au 2^e^ cycle du primaire

M. Clark compte 21 ans d'expérience dans l'enseignement dont six à l'école publique Trillium. Il enseigne, cette année, une cinquième année « franche », c'est-à-dire qu'il n'a pas, comme les années passées, une poignée d'élèves en provenance de 4^e^ ou de 6^e^ année qui lui faisaient une classe hétérogène. Son groupe de 30 élèves compte presque deux fois plus de filles que de garçons. La salle de classe est agréable et un mur porte une grande carte géographique du monde qui recouvre entièrement le tableau d'affichage. En face et au-dessus du tableau, en avant de la salle, on trouve accrochés de très beaux dessins d'avions. On trouve aussi affichés des travaux d'élèves qui, manifestement, attirent l'attention de leurs camarades. M. Clark n'a pas du tout envie de faire du travail d'administration dans l'école parce qu'il se sent fait pour enseigner. Néanmoins, il n'est pas indifférent aux décisions administratives qui se prennent dans l'école. Il a lutté pour obtenir que les périodes libres de l'horaire soient réparties le plus équitablement possible entre tous les professeurs de l'école. Il croit que tout temps libre supplémentaire devrait aller aux professeurs du premier cycle, de la 1^ère^ à la 3^e^ année.

À ma question de savoir si on a « imposé » les sciences à l'école Trillium, M. Clark répondit, sans hésiter, d'un ton catégorique : « Non, pas du tout ». Il l'a dit de façon réaliste et non négative et il voit deux facteurs qui expliquent son opinion : premièrement, l'école Trillium possède son local de sciences avec l'équipement et les installations spécialement conçus pour l'enseignement des sciences. Cependant, le local des sciences n'est accessible qu'aux élèves de 7^e^ et de 8^e^ année. M. Clark raconte qu'il a déjà essayé d'amener ses élèves dans ce local et qu'il s'est fait répondre que cela dérangerait ceux qui utilisent le local et cette aile de l'école de façon régulière. Deuxièmement, il n'y a pas de « professeur de sciences » attitré dans l'école avec la responsabilité de promouvoir les sciences dans chaque classe. Ce rôle pourrait échoir à M. Swift en sa qualité de professeur de sciences au niveau de la 7^e^ et de la 8^e^ année, mais M. Swift n'a jamais adopté une telle attitude. M. Clark trouve l'école très conventionnelle et très confortable et cela implique, entre autres, que chaque professeur se mêle de ses affaires. M. Clark a certainement fait un effort pour amener tout le monde dans l'école à voir le local en question comme un local de sciences pour toute l'école, sans nuire à son utilisation pour les classes de 7^e^ et de 8^e^ année, mais personne n'a voulu en profiter et on n'en a plus parlé. Ainsi, M. Clark enseigne toutes ses matières dans sa classe.

M. Clark exprime l'avis personnel que l'enseignement des sciences est et devrait être occasionnel, selon l'inspiration du moment. Par exemple, conscient de construire sur le vif intérêt des enfants, lors du premier lance-

ment de la navette spatiale, il passa une journée entière à parler de ce sujet et d'autres questions connexes. Quand la pollution de l'eau devint un sujet débattu dans le journal local des semaines durant, il s'en servit pour sa classe de sciences. M. Clark souligna avec force qu'à son avis, un professeur doit, sur les questions controversées et complexes, demeurer entièrement impartial, et veiller sans relâche à ne pas prendre position pour une partie ou pour l'autre. Par exemple, s'il explique les effets néfastes de la pollution de l'eau, il fait voir aussi que, puisque les déchets sont là, il faut faire quelque chose et trouver un compromis. Il n'est pas question d'ignorer les vrais problèmes. M. Clark se voit avec les enfants de 5e année comme un informateur qui leur apporte les faits et les laisse décider par eux-mêmes s'il s'agit de questions controversées. M. Clark affiche cette attitude générale pendant tout son cours sur l'écologie et la société, avouant que la ligne de démarcation entre les deux est parfois assez floue.

Le raisonnement logique la capacité d'organisation sont deux des thèmes majeurs de travail de M. Clark avec sa classe de 5e. Il espère que, vers la fin de l'année, la plupart des enfants pourront mieux organiser leurs pensées, déterminer ce qui est important et savoir ce qu'il convient d'accepter et d'écouter. À cet âge, ils savent déjà beaucoup de choses, et il essaie par tous les moyens de piquer leur curiosité, de les amener à poser de nouvelles questions et à mettre en pratique ce qu'ils savent déjà. Par exemple, il espère délaisser des phrases du type : « Ceci est un rouge-gorge », pour se diriger vers des questions comme : « Comment et pourquoi un rouge-gorge peut-il voler? »

Expériences sur « l'air »

Mes observations de l'enseignement de M. Clark en sciences ont lieu pendant un cours sur l'air. Les sciences s'enseignent dans le cadre du cours « Écologie et société » intégré à l'horaire de l'élève. Ces cours ont une durée de 300 minutes par cycle de six jours, au rythme de 50 minutes par jour. Tous les deux jours, on accorde une période de 60 minutes d'écologie et société entre la récréation de l'après-midi et la fin de la journée. On a convenu que ces périodes étaient les plus propices à l'observation.

En rentrant dans leur classe après la récréation de l'après-midi, les enfants pouvaient remarquer sans difficulté « l'appareil » qui pendait au plafond en avant de la classe, juste devant le tableau : deux ballons suspendus par une corde à chaque extrémité d'un mètre rigide en bois, lui-même retenu par une corde attachée à son centre. Un morceau de pâte à modeler déposé à une extrémité du bâton servait à le maintenir à l'horizontale.

Les professeurs de sciences reconnaîtront facilement que ce dispositif est destiné à fournir des données pertinentes pour savoir si l'air a une masse. Ce fait était évident aussi pour les enfants, mais l'échange qui eut lieu au cours de la phase d'introduction à l'activité est un exemple typique du genre de discussions sur les sujets scientifiques au niveau de la 5e année.

M. Clark : Qu'est-ce qui lui donne une masse de chaque côté?

Les élèves : L'air.
M. Clark : Qu'est-ce qui doit faire l'équilibre encore?
Les élèves : Le bâton transversal, dépend du fil...
M. Clark : Il y a quelque chose d'autre... Vous avez oublié... le poids, la masse de...
Les élèves : Le poids du ballon.
M. Clark : Et la masse de la pâte à modeler.

À ce moment, M. Clark fit remarquer qu'il a aussi adapté une sorte de valve à chaque ballon, étant donné qu'il faut insérer une aiguille dans un ballon pour en faire sortir de l'air. Il utilisa alors un autre bâton pour démontrer clairement l'effet produit sur le bâton par le changement de la masse attachée à une extrémité. De façon assez intéressante, à mesure que la discussion progressait, M. Clark passait de poids à masse et de masse à poids alternativement et, à l'occasion, apportait une correction quand on disait « poids » au lieu de « masse ». Les élèves semblaient plutôt employer le mot « poids ».

M. Clark : Si je devais ôter l'air de l'un des ballons, qu'est-ce qui arriverait?
Les élèves : Ça romprait l'équilibre.
M. Clark : Par où pencherait-il? Pensez-y une minute.
Les élèves expriment leurs opinions personnelles.
M. Clark : La plupart de vous semblent être d'accord pour dire qu'il se dirigerait vers le haut. Qu'est-ce que cela voudrait dire? ou prouver?
Les élèves : Que l'air a un poids.
M. Clark écrit : « L'air a un poids » sur le tableau, puis insère une aiguille dans un ballon pour permettre à l'air de s'échapper : aucun changement apparent dans la position du bâton et les élèves en concluent que sa position reste inchangée.
M. Clark : Admettriez-vous que l'air a un poids?
Les élèves : Oui.
M. Clark : Mais c'est un poids très petit.

Cette discussion a pris près de 15 minutes. Pendant les 20 minutes qui suivirent, les élèves firent une expérience semblable après avoir reçu des explications appropriées de M. Clark. Avec une épingle, ils percent une paille de plastique qu'ils vont fixer au bout d'une règle retenue au bureau par un livre; ils pouvaient attacher un ballon gonflé à une extrémité de la paille et équilibrer la masse du ballon avec un petit morceau de pâte à modeler à l'autre extrémité de la paille. On leur demanda alors d'observer ce qui arrivait à la position de la paille s'ils perçaient le ballon avec une épingle, en prenant soin d'introduire l'épingle près du col du ballon pour éviter son éclatement. Avec beaucoup d'enthousiasme et un degré impressionnant d'ordre, les enfants inventaient toutes sortes de variations possibles sur le thème original. On m'a demandé de venir attacher des ballons et d'insérer des épingles aux bouts des règles. Ils m'ont aussi demandé de les aider à interpréter les multiples résultats obtenus. Plusieurs paires d'élèves ont réussi à faire un tout petit trou dans le ballon, ce qui

permettait de voir la paille se pencher de plus en plus à mesure que le ballon se dégonflait.

Vingt minutes après le début des expériences, les enfants s'occupaient à ranger et à nettoyer pour redonner à la classe sa belle apparence de propreté. Après une courte discussion des résultats et une brève démonstration par M. Clark, les enfants sortirent leurs cahiers de notes du cours « Écologie et Société » pour commencer à écrire. Ils copièrent ce qui était écrit au tableau avant de tracer un diagramme pour indiquer le dispositif utilisé.

Activité IV

Objectif : Voir si l'air a un poids
Dispositif :

Les élèves avaient le choix de dessiner les ballons ou la balance de paille de plastique; un nombre à peu près égal d'enfant opta pour chacune des deux possibilités. La classe travailla en silence jusqu'à la cloche; et on renvoya les élèves comme à l'accoutumée.

Quelques jours plus tard, pendant un autre cours sur le même sujet, M. Clark présenta son modèle pédagogique habituel : expériences simples accompagnées de discussions et de questions aux enfants, puis travail écrit dans leurs cahiers d'exercices. J'ai été vraiment impressionné de voir tout le temps de préparation nécessaire à la réussite des expériences. Les expériences scientifiques demandent aussi de la confiance, confiance que tout ira bien, et de la disponibilité pour aller chercher l'équipement supplémentaire requis.

M. Clark : Approchons-nous le plus possible autour de la table pour que chacun puisse bien voir. Ceci est un bâton ordinaire, et voici une feuille de papier ordinaire [environ 25 x 40 cm] et tout ce que je vais faire, je vais la déposer sur la table et essayer de chasser l'air qui est en-dessous. Ensuite, je prendrai ce marteau, et ...

[M. Clark donne un coup sur un mètre rigide en bois qui se trouve sur la table sous la feuille de papier avec une extrémité qui dépasse au bout de la table]. Ah, ça n'a pas fonctionné comme je pensais. Essayons encore. Attention! Espérons que ça va marcher cette fois-ci... [il essaie encore] Non, ça n'a pas fonctionné. On a du bois franc, ça rebondit. Là, on l'a eu! Et maintenant, pouvez-vous bien me dire ce qui empêche ce morceau de bois de se soulever? Je veux dire, c'est juste du papier au dessus, ça ne pèse pas grand-chose. Comment se fait-il que je suis capable de le briser comme ça? Qu'est-ce qui retient l'autre extrémité?

Un élève : La pression de l'air?

M. Clark renvoya les élèves à leurs pupitres. Après avoir montré le

progrès accompli par une autre expérience, il leur demanda, en attendant, de relater dans leurs cahiers d'exercices l'expérience du bâton cassé.

L'apprentissage des termes et des concepts scientifiques

Le moment où les élèves copiaient l'objectif de l'activité suivante qu'ils auraient à observer et à relater constitue une illustration intéressante de la manière dont M. Clark traite la terminologie propre aux sciences. Au tableau, M. Clark avait écrit : « Objectif : découvrir les effets du chauffage et du refroidissement sur un volume d'air donné. »Quand un enfant lui demanda la signification du mot « donné », M. Clark lui fit la remarque suivante :

> « Vous allez tous vous asseoir et si chacun peut déposer sa plume ou son crayon pendant une minute, nous allons regarder la seconde partie de sorte que vous puissiez voir ce qui se produit. Je l'ai déjà dit, Scott. Je vais continuer d'employer des mots couramment utilisés en sciences, tels que "donné", qui veut tout simplement dire le volume d'air que vous avez. Dans ce cas, c'est juste le volume d'air que vous avez dans la bouteille. Vous ne pouvez pas le changer, n'est-ce pas? Une fois le bouchon fermé, vous ne pouvez plus ajouter ni retrancher de l'air. Voilà pourquoi l'on dit "donné". Et au lieu de "quantité", je dis "volume". »

Pour compléter les 60 minutes de sciences, M. Clark eut recours à une expérience qui est la préférée de presque tous les professeurs de sciences : l'écrasement de la boîte de fer blanc. Il fit bouillir pendant quelques minutes une petite quantité d'eau dans une grosse boîte de conserve; puis il l'ôta du feu et la scella. Immédiatement après, la boîte commença à se déformer alors que, par un phénomène de condensation, la vapeur se changeait en eau et que la pression de l'air à l'intérieur de la boîte devenait inférieure à celle de l'air à l'extérieur. M. Clark écrivit alors l'objectif suivant au tableau : « Découvrir l'effet de la pression atmosphérique sur un système hermétiquement fermé à basse pression. » Voici des extraits des discussions qui ont accompagné cette démonstration :

M. Clark : Je l'ai chauffée, l'air s'est dilaté, une certaine quantité d'air s'en est échappé à cause de son expansion, les vapeurs d'eau que vous voyez ont forcé l'air à sortir. Plus tard, je vais fermer le couvercle et l'air va essayer de revenir, mais il ne pourra pas revenir à cause de la boîte. C'est un contenant fermé. Il arrive que nous lui donnions un autre nom. Il y a actuellement de l'air qui essaie de pousser sur nous. Vous savez, la pression que l'on subit quand on plonge sous l'eau... mais il y a un nom pour cela, on ne dit pas l'air autour de nous, nous disons...

Un élève : L'atmosphère.

M. Clark : Habituellement, comment appelle-t-on cette pression? ... Pression atmosphérique. Tout ce que cela veut dire, c'est que l'air pousse sur nous en provenance de l'atmosphère.

Après avoir montré, avec un diagramme, comment la pression atmosphérique varie autour de la terre (en plus et en moins), M. Clark poursuivit en effectuant la démonstration :

« Bon. J'ai un chiffon humide ici, donc je peux tenir ma boîte. Je place le couvercle dessus. J'espère que j'ai un couvercle qui va boucher comme il faut. Je la bouche hermétiquement de sorte qu'il n'y ait plus d'air qui puisse entrer... Regardez cette pauvre boîte de conserve. [En regardant la boîte se déformer graduellement, les élèves font des remarques enthousiastes]. Donc, c'est juste la pression de l'air. Ainsi, vous ne croyez pas que la pression de l'air peut travailler? C'est dur de tenir une boîte comme celle-ci. Est-ce que quelqu'un peut la tenir pour moi? [Personne ne se propose]. Nous avons vu beaucoup de nouveaux mots aujourd'hui : "haute pression de l'air", "basse pression de l'air", un "contenant fermé", nous avons eu "la pression atmosphérique" qui veut tout simplement dire l'air qui nous entoure. Je ne crois pas qu'il se trouve ici quelqu'un pour douter que la pression de l'air puisse accomplir beaucoup de choses. »

M. Clark s'éloigna brièvement de la classe et revint avec une boîte de fer blanc semblable à celle qui s'était déformée. Plusieurs garçons ont essayé d'écraser la nouvelle boîte pour la mettre dans l'état où se trouvait celle qui avait subi la pression de l'air. De peine et de misère, ils ont réussi à faire des bosses à la nouvelle boîte, et cette activité vint confirmer ce qu'on avait affirmé, à savoir que « la pression de l'air peut accomplir un travail impressionnant ».

L'évaluation

Au cours de nos discussions, après le départ des enfants à la fin de la journée, je me suis informé de la forme d'évaluation utilisée pour vérifier ce que les enfants ont appris et retenu d'un module étudié.

« J'ai toujours trouvé que chaque fois que je donne un examen, c'est presque réussi à 100 %. En d'autres mots, quand je donne un examen, les élèves savent très bien ce que j'estime qu'ils doivent savoir. Ils le savent tous à 100 %. Je ne me préoccupe pas tellement du résultat final de l'examen. Mais, si je fais quelque chose, c'est habituellement quelque chose comme ça. [M. Clark me montre un test de deux pages contenant des énoncés sur l'Australie, et demandant aux enfants d'en dire autant sur le Canada]. C'est une forme de comparaison où je peux leur donner des faits sur un pays et leur demander d'en trouver de semblables sur un autre. Par exemple, si je veux leur faire connaître les provinces. La seule chose pour laquelle je vérifie leurs habiletés, c'est les mathématiques et l'anglais. Si vous regardez mon cahier "Étude du milieu", vous remarquerez qu'il n'a que deux notes. C'est ça le programme "E.M.". Donc, il n'y a que deux choses que je donne à l'examen. Les maths, c'est comme un jeu de mécano, où une chose se construit sur l'autre, et s'ils ne savent pas quelque chose, ils sont sûrs de ne pas comprendre la suivante. En sciences, c'est différent,

parce qu'ils en apprennent beaucoup par osmose. Chaque année, ils en apprennent un peu plus. »

La réponse de M. Clark à ma question à savoir s'il évalue les cahiers de notes de ses élèves en sciences révèle l'influence des réalités sociales sur le travail au niveau de la 5e année. M. Clark reconnaît aussi l'existence de contraintes issues d'une certaine « théorie » de l'éducation :

« J'évalue certainement leurs cahiers de notes; je regarde la disposition, je leur dis que c'est juste une préparation à leur avenir, pour ainsi dire. Je sais qu'on n'est pas censé faire ça en éducation, mais regardons les choses en face, quand vous décrochez un emploi, on va évaluer votre travail. On va regarder vos notes, la tenue de vos documents. On peut vous juger là-dessus autant que sur votre rendement. »

Commentaires

L'impression dominante qui reste de ces cours sur la pression de l'air, c'est l'assurance et la maîtrise de M. Clark dans la présentation d'une diversité de phénomènes directement reliés à un concept scientifique simple mais intéressant. M. Clark a rassemblé son équipement « en vitesse », mais tout s'est très bien passé et il savait exactement où aller chercher le matériel supplémentaire. N'ayant pour tout équipement, au départ, qu'un évier et une fontaine en arrière de la classe, M. Clark présente, dans son enseignement, l'assurance et la confiance que procurent un grand nombre d'années d'expérience.

La remarque de M. Clark, à savoir « qu'ils en apprennent beaucoup par osmose de toute façon », reflète la réalité suivante : notre culture est inondée de produits créés par les sciences, et de reportages des mass média sur les sciences et leurs conséquences. Les élèves de 5e année sont ouverts à ces aspects de leur culture, mais n'ont pas encore atteint le stade où les sciences deviendront, pour eux, l'une des cinq ou six « matières » scolaires. La langue, les mathématiques et les aptitudes de base sont encore des éléments essentiels à leur niveau. Seuls quelques points en rapport avec les sciences sont abordés au cours d'une de ces années. Certaines différences entre les conditions de travail de M. Swift et celles de M. Clark deviennent encore plus apparentes dans le cas de Mme Macdonald.

L'enseignement des sciences au 1er cycle du primaire

Au cours de ses onze années passées à l'école Trillium, Mme Macdonald a toujours enseigné à différents niveaux, mais surtout de la 3e à la 6e année. Au cours de cette même période, elle a aussi terminé un baccalauréat à temps partiel à l'université Queen's, située à courte distance de son domicile et de l'école. Cette année, Mme Macdonald enseigne en 3e année, au premier cycle du primaire (de la maternelle à la 3e année).

Mme Macdonald parle volontiers de son travail, et son interlocuteur prend tout de suite conscience que faire travailler les enfants en petits groupes pendant au moins une partie de la journée est un élément impor-

tant de sa philosophie de l'enseignement. Au fond, Mme Macdonald aborde l'enseignement des sciences avec un sentiment de confiance. À l'intérieur de son programme général, elle marie souvent plusieurs sujets toutes les fois que c'est possible, et « l'intégration » est une caractéristique importante de son enseignement des sciences : elle trouve que les sciences s'intègrent bien à l'enseignement des mathématiques et des sciences sociales.

Les principes de base de la philosophie de Mme Macdonald étaient évidents dès ma première observation de son enseignement. Le cours sur l'écologie et la société se donnait l'après-midi et elle commença par une activité pour toute la classe. Elle partit d'une grande carte géographique montrant les limites des provinces ainsi que les Grands Lacs du Canada pour faire découvrir d'abord les noms de toutes les provinces et provoquer les réponses des enfants à des questions comme celle-ci : « Quelle province se trouve immédiatement à l'ouest (ou à l'est) de l'Alberta? » Elle organisa plusieurs compétitions entre les groupes, puis, des « coups de pratique » pour voir combien d'enfants pourraient, dans trois minutes, indiquer les cinq Grands Lacs et les nommer correctement. Cette période de 15 minutes fut suivie de 10 minutes de projection d'une partie d'un film sur « le Grand Nord ». Comme les enfants lisaient les légendes à tour de rôle, Mme Macdonald posa des questions comme : « Qu'as-tu remarqué? » et elle maintint l'ordre en les reprenant de la manière suivante : « Je n'ai demandé à personne de parler! ». Pendant les 30 minutes qui suivirent, les enfants se répartirent en petits groupes et se dirigèrent vers des centres d'activités à l'intérieur de la classe. À chaque centre, les enfants trouvèrent des directives sur la manière d'utiliser le matériel préparé à leur intention. Les directives du centre n° 2 illustrent bien la pédagogie de Mme Macdonald et le soin qu'elle met à poser des questions de divers niveaux de difficulté :

POUR TOI TOUT SEUL

1. Choisis une enveloppe
2. Etudie attentivement ce qu'il y a dedans et raconte ce que tu as vu sur une feuille que tu trouveras dans la boîte.
3. Remets le tout dans l'enveloppe sans le montrer aux autres.

Un enfant trouve une enveloppe contenant la photo d'un véhicule inhabituel, avec les questions suivantes :

A. Que vois-tu?
B. Que remarques-tu de différent dans ce véhicule?
C. En quelle saison cette photo a-t-elle été prise?
D. Quels indices t'ont aidé à décider?
E. Fais un dessin du véhicule.

À ce centre et à certains autres, les enfants ont pu faire leur travail sans trop de difficultés. Malgré tout, l'on pouvait facilement remarquer que six enfants accaparaient presque toute l'attention de Mme Macdonald, parce qu'en partie, ils n'étaient pas assez mûrs pour travailler seuls de façon soutenue.

Ce compte rendu d'une période d'étude du milieu, entre l'heure du dîner et la récréation de l'après-midi, dévoile la réalité de l'enseignement telle que la vit Mme Macdonald, avec ses défis et sa façon propre d'aborder l'enseignement des sciences. Priée de commenter la place des sciences dans le programme de la première partie de l'année scolaire, Mme Macdonald répondit sans détour : « Pas autant que j'aurais voulu ». De courts exposés sur les plantes et l'univers précédaient la discussion sur les êtres vivants en général, ce qui amena éventuellement à une « décision » d'étudier les mammifères de façon plus détaillée. Cette recherche conduisit à centrer l'attention sur la région de la toundra du Nord canadien, parce que le Canada entre dans le cours « Étude du milieu » au niveau de la 3e année et parce que les animaux de la toundra sont plutôt des mammifères. La philosophie de l'enseignement et l'expérience de Mme Macdonald apparurent quand elle expliqua par la suite que les mammifères de la toundra ne sont pas ceux que les enfants voient tous les jours. Les différences pourraient servir de points de comparaison, et les enfants « n'en auront pas marre d'entendre parler du chat ou du chien. »

Lorsque nous avons discuté des points recommandés par son conseil scolaire pour la 3e année, Mme Macdonald expliqua qu'il existe du matériel pour les professeurs, mais qu'il n'y en a pas beaucoup que l'on peut utiliser tel quel comme point de départ. Par exemple, elle veut intégrer le contenu de deux modules de sciences physiques de 3e année au module sur la toundra et le Nord canadien. La facilité avec laquelle Mme Macdonald pratique l'intégration à laquelle elle croit donne à penser qu'elle est assez à l'aise avec les thèmes scientifiques. Elle m'expliqua qu'elle avait reçu une offre pour enseigner les sciences en 8e année dans une autre commission scolaire, à la fin de son stage, mais qu'elle l'avait refusée parce qu'elle voulait travailler près de chez elle. Mme Macdonald croit qu'elle n'inclut pas assez de sciences dans son programme, qu'elle pourrait faire davantage, et qu'il n'y a pas suffisamment de sciences au primaire, surtout au premier cycle. Mme Macdonald reconnaît que son conseil scolaire a travaillé avec acharnement pour faire admettre les idées des *Années de formation* dans ses programmes scolaires (voir le document officiel sur les programmes scolaires ontariens de la maternelle à la 6e année). Il ne nous restait plus qu'à nous demander pourquoi on avait prévu des modules de sciences distincts plutôt que des modules qui intégreraient les thèmes relatifs à l'écologie et à la société dans le cours « Étude du milieu ».

De toute évidence, l'intégration dans l'enseignement au niveau primaire est facile à réaliser pour Mme Macdonald parce qu'elle est capable de faire le lien entre plusieurs matières. Elle utilise rarement un moyen didactique sans l'avoir adapté. Lorsqu'elle enseignait en 4e année, il y a de cela quelque temps, elle n'a jamais utilisé le module officiel sur

l'eau. À la place, M^me^ Macdonald « partait de l'eau pour enseigner tout le programme d'étude du milieu. Après avoir étudié le système hydraulique local, les élèves ont vu les terrains conquis sur la mer en Europe. Le système du Nil en Égypte servait d'exemple pour illustrer la dimension historique, et la formation de l'île d'Hawaï à partir de l'activité volcanique permit d'étudier l'eau en rapport avec une terre neuve. « On peut pratiquement faire le tour du monde à partir de l'eau. »

L'enseignement de M^me^ Macdonald se caractérise aussi par l'attention qu'elle porte aux intérêts des enfants et par l'accueil favorable qu'elle réserve aux articles que les enfants apportent en classe. Cette année, la classe dispose d'un aquarium qui a servi tout récemment à montrer la « pollution » causée par la suralimentation des poissons. Auparavant, quand les enfants étaient particulièrement emballés par les poissons vivants, on avait élevé plusieurs espèces avec succès dans quatre aquariums et ces activités ont servi de base pour les travaux sur la famille. (Toutes les activités de ce genre sont astreignantes et comportent des risques; au cours d'un week-end d'hiver où le chauffage a fait défaut à l'école, seul les poissons du plus grand aquarium ont survécu.) Les plantes s'alignent sur les bords des fenêtres dans la classe de M^me^ Macdonald : en même temps qu'elles agrémentent la classe, ces plantes représentent une source de référence toujours prête pour étudier la multiplication des plantes. M^me^ Macdonald essaie de « susciter » des événements imprévus qui présentent un intérêt pour l'enseignement.

Un jour qu'un garçon apporta une jeune couleuvre à l'école, M^me^ Macdonald trouva le temps de préparer des fiches de travail pour les enfants pendant l'heure du dîner. « Vous laissez simplement tomber votre travail prévu pour l'après-midi et vous y allez différemment. » Les enfants ont mesuré, estimé et cherché des détails; puis ils ont dessiné la couleuvre deux fois pour essayer de rendre ses couleurs le plus exactement possible.

Le travail de M^me^ Macdonald illustre comment on peut développer des thèmes et mêler des aspects des sciences avec d'autres sujets. Elle essaie de partir de ce que les enfants aiment mais elle garde quand même l'équilibre en tenant compte de ses responsabilités en tant que professeur d'un groupe de jeunes enfants. Ainsi, lorsque 75 % des enfants ont manifesté leur intérêt pour les mammifères, leur sujet devint « les mammifères de la toundra » pour que la nouveauté du sujet intrigue les enfants. Beaucoup d'enfants ont hâte d'avoir une « journée des animaux » où ils pourront emmener leurs petites bêtes à l'école. Mais il y a six enfants asthmatiques dans la classe, et la « journée des animaux » devra attendre au printemps quand les enfants pourront jouer avec leurs petits animaux dehors. La présence dans la classe d'un nombre important d'enfants qui réclament une surveillance presque constante rend difficile l'organisation de groupes de travail avec les enfants, et M^me^ Macdonald a dû retarder et restreindre son usage habituel du travail en équipe, cette année. Pour examiner la possibilité de transférer un enfant dans une classe spéciale d'une autre école, le directeur de M^me^ Macdonald a passé deux jours à observer

cet enfant dans la classe. La présence du directeur ne semblait pas déranger outre mesure M^me^ Macdonald, mais cela constituait un élément nouveau dont il fallait tenir compte dans l'organisation complexe de chacune de ses journées. L'enfant en question a été transféré, mais maintenir la discipline avec de nombreux enfants « grouillants » grèvera sûrement la résistance de M^me^ Macdonald au cours de l'année scolaire. « Il y a des années comme ça », dit M^me^ Macdonald. En fait, l'enfant qui a été transféré à une autre école va continuer de rencontrer M^me^ Macdonald une fois par semaine pour préparer son retour éventuel à l'école.

Après les mammifères de la toundra canadienne, M^me^ Macdonald s'est orientée vers des projets individuels, où chaque enfant utilise les ressources de la bibliothèque afin de préparer un rapport de recherche sur une espèce particulière d'animaux. En fait, c'est une manière d'initier les enfants de 3^e^ année aux travaux de recherche en bibliothèque et à la préparation de rapports, ce qu'ils auront à faire de façon plus approfondie et plus intense dans les années à venir. Chaque enfant reçoit six pages de notes pour le guider dans la préparation de son projet individuel, et il vaut la peine d'indiquer la structure spéciale prévue pour ce projet scientifique.

Page 1 : Trouve trois animaux que tu aimerais étudier et sur lesquels tu aimerais faire un travail. Dis-moi où tu pourrais aller pour trouver des renseignements sur les animaux choisis.
Écris les questions que tu aimerais poser sur l'un de ces animaux.
(espace prévu pour neuf questions)

La page un donne à M^me^ Macdonald matière à discussion avec chaque enfant individuellement, pour choisir l'animal à étudier. M^me^ Macdonald compte, ici, sur les ressources disponibles à la bibliothèque de l'école, et elle donne à chaque enfant la page deux, en lui expliquant comment s'en servir pour rendre compte de ses visites à la bibliothèque et du travail qui s'y accomplit.

Page 3 : Mon projet porte sur _____.
Voici un dessin de _____.
(espace prévu pour le dessin de l'enfant)

Page 4 : Le (La)_____appartient à la famille des _____ dans le règne _____.
Nous savons tout ça parce que le (la) _____ a :
_____ [huit lignes laissées libres]
Voici une photo pour prouver que le (la) ____ est _____.
[espace prévu pour la photo]

Page 5 : Dans quelles régions du monde vivent les _____?
[cinq lignes laissées libres]
Sur la carte du monde, j'ai hachuré les régions où les ____

vivent. J'ai utilisé un _____ pour indiquer l'endroit où ils vivent.
Dans quel genre de pays vivent-ils (elles)?
Décris le genre de contrée et de végétation qu'il (elle) aime pour son milieu de vie.
[six lignes laissées libres]

Page 6 : s'intitule « Bibliographie » – les livres que j'ai utilisés. Deux colonnes portant respectivement les en-têtes suivants : « Auteur ou éditeur » et « Titre du livre ou du magazine ».

Pendant ces périodes consacrées aux projets individuels de recherche en sciences, M^me^ Macdonald prit un cours pour montrer un film (produit aux États-unis en 1962) sur la classification des animaux. Le film, qui attribue à Aristote le mérite du premier système important de classification, passe rapidement en revue plusieurs systèmes de classification (utile-nuisible), puis présente Linné comme le concepteur du système actuel fondé sur des similitudes morphologiques. Dans l'embranchement des Cordés, on introduit cinq classes du sous-embranchement des Vertébrés : Poissons, Amphibies, Reptiles, Oiseaux et Mammifères. Un enfant lit les légendes avec beaucoup de clarté et M^me^ Macdonald pose des questions sur le contenu. Des films de ce genre sont d'un précieux secours pour les professeurs, mais j'ai été frappé par le traitement abstrait et routinier du sujet.

Le survol que nous venons de faire de la pédagogie et des activités relatives à l'enseignement des sciences en 3^e^ année est loin d'être exhaustif, mais il donne quand même une idée des problèmes que pose l'enseignement des sciences au niveau primaire. Au point de vue disciplinaire, M^me^ Macdonald passe une année pénible. Elle aborde son travail en sciences avec une très grande assurance et elle semble apprécier beaucoup le défi que constitue pour elle l'intégration des matières, particulièrement dans le cadre de son cours sur l'Écologie et la Société. D'une certaine manière, M^me^ Macdonald semble savoir ce que fait chaque enfant. Elle suit de près chacun d'eux individuellement, et, à l'occasion, elle fait travailler les enfants en groupes pour les amener à développer leur sociabilité.

Cette année, M^me^ Macdonald peut compter sur la contribution de huit parents bénévoles qui viennent le matin ou l'après-midi, une fois par semaine. Ces parents bénévoles travaillent chacun avec un enfant qui a besoin d'une aide spéciale et M^me^ Macdonald considère leur apport comme essentiel. M^me^ Macdonald partage les vues de M. Clark qui disait que Trillium était fondamentalement une école « traditionnelle ». Cette année, elle s'adapte à l'absence d'un proche collègue (transféré dans une autre école) qui enseignait dans la classe voisine et dont elle appréciait beaucoup les réactions aux idées nouvelles en matière de pédagogie. Les occasions de discuter de pédagogie semblent rares dans le travail quotidien de beaucoup de professeurs. M^me^ Macdonald attache une très grande importance au dialogue et elle le recherche activement. Ses idées à propos

de l'enseignement doivent beaucoup à sa participation aux ateliers de perfectionnement organisés par son propre conseil scolaire et aux réunions pédagogiques à Toronto et ailleurs en Ontario, parrainées par sa fédération.

Commentaires

L'enseignement des sciences au 1er cycle du primaire plus qu'aux autres niveaux semble beaucoup plus intimement lié à l'intérêt naturel que portent les enfants à des aspects particuliers du monde qui les entoure. Le langage « officiel » de l'expérimentation n'est pas encore nécessaire, car on en est encore au stade de la formation à la lecture, à l'écriture et à la vie sociale. Les thèmes jouent un rôle plus important que les sujets et la facilité qu'a Mme Macdonald d'intégrer les matières illustre les possibilités et le caractère pratique d'une pédagogie thématique de l'enseignement. Tout comme M. Clark, Mme Macdonald travaille, avec un groupe d'enfants, presque exclusivement dans un seul local dépourvu d'équipement scientifique commercial. Encore une fois, l'enseignement des sciences demande de la confiance en soi, et cette assurance semble venir moins de l'encouragement de ses collègues de l'école que de l'expérience acquise au cours de longues années où elle a pu profiter de diverses occasions à l'extérieur de l'école pour découvrir de nouvelles façons d'enseigner un contenu relié aux sciences.

Épilogue

L'enseignement des sciences au premier et au 2e cycle du primaire diffère nettement de ce qui se passe au cycle intermédiaire (1er cycle du secondaire). Comme M. Swift le faisait remarquer avec insistance, il ne pourrait pas venir à bout de son programme de sciences s'il devait enseigner d'autres matières. S'il arrive à couvrir le programme prescrit par le ministère de l'Éducation, c'est uniquement parce qu'il peut concentrer ses efforts sur une seule matière. S'il était chargé de toutes les matières, il reconnaît qu'il ne pourrait pas couvrir la matière dont il a la responsabilité.

Les sciences comme matière distincte n'existent pas au 1er ni au 2e cycle du primaire. M. Clark et Mme Macdonald ne connaissent pas les contraintes d'un programme obligatoire. Toutefois, des équipes travaillant sous la responsabilité du conseil scolaire ont mis au point des modules de sciences pour les élèves de la maternelle à la 6e année. En 3e année, par exemple, les modules de physique portent sur la chaleur et l'astronomie, tandis qu'en 5e année, on parle de l'air et des cristaux. Ces modules doivent être intégrés au cours « Étude du milieu » inscrit à l'horaire de chaque jour. Bien que le guide du maître pour ces modules insiste sur l'intégration avec la langue et les mathématiques, certains contenus scientifiques et certaines habiletés expérimentales doivent être exploités de façon systématique tout au long des deux cycles du primaire. On a mis ces modules à la disposition de tous les instituteurs du niveau primaire (1er et 2e cycles) de l'école Trillium.

Les directives du Ministère (*Les années de formation*) pour la maternelle à la 6e année n'indiquent aucun contenu précis à voir en sciences, et le conseil scolaire ne semble insister d'aucune façon sur le caractère obligatoire des modules locaux, de la manière dont M. Swift se croyait obligé de suivre les directives du ministère sur le programme de sciences du niveau intermédiaire. Nous saisissons là une différence importante dans les contextes de travail de professeurs de niveaux différents à l'intérieur de la même école.

Alors que M. Swift cherchait à intégrer le programme obligatoire à l'actualité et à une activité d'exposition scientifique, Mme Macdonald et M. Clark reçoivent la tâche d'intégrer les sciences aux autres éléments du programme. Dans leur cas, l'intégration constitue la politique officielle du ministère, alors que dans le cas de M. Swift, elle provient de son désir personnel de susciter l'intérêt pour les sciences et de vaincre cette peur de la matière qu'il perçoit et qui semble due à un contact insuffisant avec les sciences dans les années du primaire. Il se méfie de l'intégration des sciences aux autres éléments du programme dans les années du primaire et pense que c'est le peu d'attention accordée aux sciences au primaire qui lui impose aujourd'hui le devoir de vaincre cette peur de la matière.

Dans le cas de Mme Macdonald et de M. Clark, on parle des « sciences » quand l'occasion se présente et quand les élèves se montrent intéressés par certains sujets et, encore, on le fait pour développer leur curiosité et leur capacité d'organiser clairement leur pensée autour de certains éléments d'information. Les efforts déployés par l'équipe qui a préparé les modules de sciences pour le premier et le second cycle du primaire pour donner à ces modules le traitement systématique réservé aux mathématiques et à la langue ne semblent pas rejoindre l'idée que les sciences peuvent s'enseigner au gré des circonstances et selon les intérêts des enfants. Peut-être que des vues tout à fait différentes sur les sciences sont en gestation ici. Compte tenu de ces différentes perceptions sur la façon d'enseigner les sciences à l'école primaire, les groupes qui se proposent de préparer des programmes devraient s'informer de ce que les professeurs qu'ils souhaitent influencer pensent de leur travail, de sorte que toutes les parties intéressées puissent collaborer plus efficacement en tirant le meilleur profit possible de ce que les sciences peuvent apporter au programme de l'école primaire.

IV. McBride en trois volets : l'enseignement des sciences dans une école secondaire du cycle intermédiaire

Brent Kilbourn

McBride Junior High School, une école secondaire du cycle intermédiaire (7e, 8e et 9e années), compte au total environ 570 élèves. L'édifice lui-même a été construit il y a moins de cinq ans et, quoique sobre sur le plan architectural, il a plutôt fière allure. Les installations, qui ne sont pas luxueuses, paraîtraient néanmoins très convenables dans la plupart des établissements scolaires. L'école dessert une communauté urbaine cosmopolite, mais à prédominance anglo-saxonne, où les conditions socio-économiques vont de celles du bas salarié à celles du professionnel à revenu élevé; toutefois, on peut considérer généralement ce milieu comme étant stable et appartenant à la classe ouvrière. Cependant, en dépit de cette stabilité de la communauté, le directeur de l'école estime que pas moins de 60 % des élèves sont issus de familles monoparentales.

Le département des sciences est installé dans trois salles adjacentes, soit une pour chaque professeur. Les élèves de 7e et de 8e année y viennent quatre jours sur six, selon une grille-horaire rotative, tandis que ceux de 9e année s'y rencontrent chaque jour. Les cours durent 40 minutes. Les classes ont été aménagées pour l'enseignement des sciences et sont relativement bien équipées – aucun professeur n'a signalé qu'une insuffisance d'appareils et de fournitures scientifiques entravait sérieusement son travail. Les classes comportent une table-laboratoire disposée le long des murs et

dotée de robinets d'eau, de robinets à gaz, d'éviers et de prises de courant.

À McBride, les trois professeurs de sciences ont plus de dix ans d'expérience dans l'enseignement. Mais les professeurs de 7e et de 8e en sont à leur première année dans l'enseignement des sciences; le professeur de 9e est le seul des trois à avoir vraiment une formation et une expérience dans ce domaine. Les trois entretiennent de solides liens d'amitié et forment une bonne équipe de travail; leur sens de la camaraderie les amène à participer très activement à la vie sociale de l'école. À mon sens, il serait juste de décrire leur attitude, à la fois envers les élèves et envers les autres professeurs, comme chaleureuse et enthousiaste.

Dans la présente étude, je tenterai de brosser un tableau de l'enseignement des sciences à McBride, sur une période restreinte. Pour m'en tenir à une approche empirique, j'ai essayé ne de pas anticiper, laissant plutôt les grandes lignes se dégager des données. Toutefois, certains éléments ont orienté ma recherche. Je me suis appliqué à traiter de l'aspect didactique de l'enseignement des sciences (par exemple, le contenu et la démarche scientifique) aussi bien que des aspects touchant ce qu'il est convenu d'appeler la « sociabilisation » (par exemple l'encadrement et le contrôle, le climat en classe et la nature de l'interaction professeur-élèves). Je me suis efforcé de relever ce que les professeurs *disent faire* et ce qu'ils *font* dans les faits; en termes plus nuancés, j'ai cherché à expliquer comment les intentions des professeurs se traduisent dans leur enseignement.

En outre, j'ai essayé de présenter un compte rendu qui laisse au lecteur une certaine marge d'interprétation à partir du point de vue des professeurs et de celui des élèves. Les premiers ont pu s'exprimer lors d'entrevues, dont on trouvera des extraits dans les pages qui suivent. Pour connaître le point de vue des élèves, toutefois, le lecteur devra tirer ses propres conclusions à partir de la structure et de la teneur des comptes rendus eux-mêmes. (Mes conversations à bâtons rompus avec certains élèves ont servi surtout à alimenter ma propre démarche descriptive et, dans l'ensemble, ceux-ci n'ont pas eu à exprimer leurs sentiments quant à la situation dans l'enseignement des sciences.)

Grosso modo, chacun des trois professeurs de sciences de McBride doit assumer la responsabilité d'une classe. J'ai observé chaque professeur pendant environ un mois, en suivant le travail d'une classe sur un module à l'étude. Tous les professeurs ont choisi une classe « avancée » pour faire l'objet de mes observations. Tous les cours auxquels j'ai assisté ont été enregistrés sur magnétophone et la plupart des enregistrements ont été retranscrits. En plus de suivre les activités d'une classe en particulier, j'ai passé une journée complète avec chaque professeur, ce qui m'a permis de recueillir des éléments d'information sur ses autres classes. Par delà nos échanges quotidiens, j'ai interrogé les professeurs dans le cadre d'entrevues plus fouillées. Celles-ci ont également été enregistrées, puis retranscrites.

J'ai préparé tous les comptes rendus en procédant de la façon suivante. À chaque cours, j'ai pris des notes sur les principaux points observés et j'ai consigné par écrit les questions à poser au professeur. Ces notes, ainsi

que d'autres renseignements recueillis à diverses occasions, me servaient à établir les grandes lignes de l'entrevue et à formuler des questions. Par la suite, la transcription de l'entrevue et mes notes personnelles me permettaient d'ébaucher un compte rendu, que j'étoffais finalement en puisant des exemples dans la transcription des enregistrements en classe. Toutes les citations proviennent de la transcription des entrevues et des enregistrements (certaines citations, cependant, ont été légèrement remaniées afin d'en faciliter la compréhension).

J'ai essayé de laisser les professeurs et les élèves s'exprimer en présentant le plus souvent possible des citations extraites des entrevues ou des enregistrements en classe. Les comptes rendus sont plus descriptifs qu'interprétatifs et mon propos est de fournir suffisamment de données, dans leur contexte, pour que le lecteur puisse en tirer ses propres conclusions. Chaque compte rendu est construit à partir de ses propres éléments; c'est pourquoi les sujets traités ne sont pas toujours les mêmes et la présentation est quelque peu différente dans chaque cas. Les généralisations se limitent à la période de cours visée et à la classe observée.

Septième année

Steve Henning enseigne à McBride Junior High School depuis quatre ans. Il enseigne à mi-temps l'éducation physique aux élèves de 7e année et, pour la première fois en quatre ans, les sciences. Détenteur d'un baccalauréat en géographie, il a accumulé suffisamment de crédits universitaires pour obtenir une « majeure » en éducation physique. Par ailleurs, à la faculté des sciences de l'Éducation, il a reçu une formation en éducation physique et en géographie.

M. Henning a enseigné l'anglais, l'histoire, la géographie, les sciences, les mathématiques, la dactylographie et l'éducation physique. Cette expérience de généraliste est attribuable à l'évolution du milieu scolaire : « Il se trouve qu'aujourd'hui l'école est très cloisonnée. Mais quand j'ai commencé, la plupart des professeurs enseignaient un peu de tout; maintenant, cela disparaît. » En outre, les privilèges d'ancienneté rendent difficile pour un professeur débutant d'obtenir la classe qu'il désire (en l'occurrence, la classe d'éducation physique). « Aussi, je savais que, compte tenu de la situation, je devais persévérer et faire tout ce qu'on me demandait. Je ne me suis pas plaint beaucoup, et je crois que, de toute façon, je n'avais pas vraiment le choix. »

Bien qu'il aime enseigner les sciences, M. Henning ajoute : « Si j'avais le choix, si on m'offrait les classes de géographie et d'éducation physique ou toute la classe d'éducation physique, je préférerais cette dernière, ou encore toute la classe de géographie, à celle des sciences. » Nonobstant la formation et les préférences personnelles, on doit noter que, dans une période de réduction de l'embauche et de restrictions financières, le fait d'enseigner dans un secteur « protégé » comme celui de l'éducation physique assure une plus grande sécurité d'emploi. Les matières « protégées » sont celles qui seraient maintenues au programme (et, conséquem-

ment, donneraient un emploi à quelqu'un) même si on réduisait l'embauche. L'éducation physique, par exemple, est une matière « protégée », alors que le latin ne l'est pas. Par conséquent, en supposant par exemple qu'il ait à choisir entre divers ateliers de perfectionnement en cours d'emploi, M. Henning déclare : « Comme les sciences ne sont pas mon domaine de prédilection, j'opterais plutôt pour des ateliers d'éducation physique. »

Poursuivant dans la même veine, M. Henning aborde la question des besoins des élèves de 7e année et du travail qu'on exige de leur professeur :

> « J'imagine que, dans l'enseignement des sciences au niveau de la 7e, vous comptez sur le fait qu'il n'est pas difficile, de toute façon, de devancer les élèves de quelques leçons. En classe de 9e, je devrais certainement travailler plus fort pour fournir un rendement vraiment satisfaisant. Mais dans le cas de la 7e et de la 8e... De toute façon, j'ai reçu une bonne formation (en la matière), et j'ai enseigné les sciences à ces deux niveaux. Alors, j'imagine que mes antécédents seraient suffisants. »

Ces commentaires cadrent avec le fait que M. Henning considère les professeurs de 7e, et lui-même, comme des généralistes : « Je suppose qu'un professeur de 7e devrait être capable d'enseigner à peu près n'importe quelle matière. »

Comme il enseigne les sciences pour la première fois en quatre ans, et comme cela correspond à sa conception des exigences de l'enseignement, M. Henning est enclin à préparer ses classes deux ou trois jours à l'avance. Les directives officielles, plusieurs manuels et des notes antérieures entrent dans la préparation des leçons, mais le sujet précis à aborder chaque jour est établi en grande partie (dans le cas du présent module) d'après le cahier de notes d'un « premier de classe » de l'année précédente.

Objectifs

Lorsqu'on lui demande de parler de ses objectifs généraux, M. Henning insiste sur ceux qui touchent la « sociabilisation ». À plusieurs reprises, il a rappelé l'importance d'inculquer aux élèves le sens de la responsabilité, une méthode de travail et la notion de savoir-vivre. Cette conception vient du fait que les élèves de 7e année semblent souvent peu respectueux du bien d'autrui, ou encore, de leur entourage.

> « Je me dis que, si l'élève a acquis une certaine notion du savoir-vivre, un certain sens de la responsabilité et une certaine méthode de travail, j'ai atteint mon but, qu'il ait assimilé ou non les leçons de science. Si ces points sont acquis ou que l'élève a fait des progrès à cet égard, grâce à mon enseignement ou à mon influence, j'ai l'impression d'avoir fait du bon travail. Je crois vraiment que, pour beaucoup de ces jeunes, cela est plus bénéfique que d'apprendre comment la chaleur se propage dans l'eau et dans l'air, etc. »

L'importance d'inculquer aux élèves une méthode de travail et le sens de

la responsabilité s'explique par le fait que, pour les sciences, on considère la 7e et la 8e comme des classes préparatoires à la 9e année.

> « De la façon dont on fonctionne ici, nous adoptons une formule semblable pour les fiches d'activités, les travaux en groupe, etc. Lorsqu'ils accèdent à la 9e, les élèves sont prêts. »

Cette idée de préparer les élèves à la 9e année ressort également lorsque M. Henning parle des objectifs particuliers à l'enseignement des sciences proprement dit. Il semble viser deux objectifs précis avec les élèves de 7e : les applications des sciences dans la vie de tous les jours et les notions de base pour les années suivantes.

> « [Par exemple], même s'ils ne peuvent me donner une bonne définition de la conduction, ils comprennent pourquoi il ne faut pas toucher à une poêle à frire sur le feu. Ils oublieront peut-être que le phénomène s'appelle "conduction", mais ils se souviendront du principe de base, ce qui est tout aussi important d'après moi. Mais je parle ici de la 7e année. En 8e et en 9e, cela devient un peu plus élaboré. [Par exemple,] lorsqu'il s'agit de préparer une expérience. Cette année est probablement la première où les élèves ont monté une expérience comme nous l'avons fait; ils ont été initiés à cette méthode de travail. Alors, lorsqu'ils accéderont à la 8e et à la 9e année, cela constituera un acquis et ils pourront passer à autre chose... Je pense que l'étude des sciences est une démarche progressive. On ne peut aborder la chimie de 11e ou 12e année sans avoir acquis au préalable certaines connaissances, que ce soit en 9e, 10e ou 11e année, peu importe. À ces niveaux, vous devez posséder une certaine formation de base. »

L'enseignement

Inculquer aux élèves une méthode de travail est donc un objectif important, tant sur le plan de la sociabilisation que sur celui de l'enseignement des sciences proprement dit. Aussi, n'est-il pas surprenant de constater l'importance du rituel de la classe. Il convient ici de relever certaines de mes observations les plus pertinentes. Des 17 périodes de cours que j'ai observées, 12 s'adressaient à un même groupe d'élèves avancés. La salle de laboratoire, qui pourtant semble vaste, est très exiguë pour 36 élèves, en particulier pendant le déroulement des expériences. D'après M. Henning, ce nombre élevé pour une même classe s'explique par la combinaison d'au moins deux facteurs : d'une part, cette classe comprend tous les élèves de la classe de musique instrumentale (dont l'horaire exige le regroupement) et, d'autre part, la politique qui restreint le nombre d'élèves des classes du niveau général (de 20 à 30) a pour effet de grossir les rangs des classes avancées.

J'ai observé cette classe tout au long de l'étude d'un module consacré à « la chaleur et la température ». La classe venait d'étudier la mesure et le système métrique après avoir vu les caractéristiques et l'interdépendance des organismes vivants. Le nouveau module comportait en moyenne une période de 40 minutes pour chacun des sujets suivants, dans l'ordre : intro-

duction et film sur le phénomène de la chaleur; film sur le phénomène de la chaleur et discussion portant sur la convection, le rayonnement et la conduction; utilisation du brûleur Bunsen; expérience sur les différents coefficients de conduction; expérience sur la convection de l'eau; démonstration du phénomène de l'absorption de la chaleur; démonstration du phénomène de la perte de la chaleur; expérience à l'aide d'un bilame; démonstration du phénomène de l'expansion à l'aide d'une bille chauffée et d'un anneau; révision; examen.

Dans le cadre de mes observations, j'ai constaté que chaque classe de sciences se déroule en général selon le rituel suivant. Une fois en classe, les élèves doivent sortir leur cahier de notes et étudier, en attendant que M. Henning commence officiellement le cours (chaque élève possède un cahier de notes qui consiste, dans l'ensemble, en fiches d'activités comprenant habituellement des schémas ainsi que des questions et des réponses). Cette période de « flottement » dure habituellement deux ou trois minutes et, comme les élèves en profitent souvent pour bavarder ou perdre leur temps, il est fréquent que M. Henning les rappelle à l'ordre. Par la suite, les élèves doivent répondre à ses questions ou formuler leurs observations et conclusions au sujet de la dernière expérience. On leur distribue ensuite une nouvelle fiche d'activité qu'ils doivent copier. Ces fiches d'activités sont parfois polycopiées et on en remet alors une à chaque élève; mais habituellement, on n'en trouve qu'un jeu pour toutes les classes. Pendant le reste du cours, les élèves se livrent à l'activité proposée par groupes de quatre ou cinq. Les extraits qui suivent, enregistrés lors de plusieurs cours consécutifs, en illustrent le déroulement général. De plus, ils indiquent comment M. Henning, dans quelques cas précis, aborde ses objectifs touchant la sociabilisation et le contenu scientifique.

Jeudi

Vers la fin du cours, on distribue aux élèves la fiche d'activités suivante pour qu'ils la copient dans leur cahier.

Chaleur #4

Expérience

Objet :
1. Démontrer que des matières différentes conduisent la chaleur à des vitesses différentes.
2. Faire la distinction entre les corps conducteurs et les isolants.

Accessoires : Brûleur Bunsen, chronomètre, bandes d'acier, de cuivre et d'aluminium, tubes de verre, bâton de craie, éclisse de bois, bécher, eau, ardoise (pierre de schiste).

Méthode : Tenir l'échantillon à environ 6 cm de l'une de ses extrémités et chauffer cette extrémité au-dessus de la flamme du brûleur. Surveiller le chronomètre pour détermi-

ner pendant combien de temps on peut tenir l'échantillon.

Observations : Bon conducteur de chaleur
Mauvais conducteur de chaleur – temps écoulé

Conclusions : Donner une définition du mot "conducteur".

Vendredi

En débutant, M. Henning s'adresse aux élèves qui étaient en excursion la veille :

« Je rappelle aux élèves qui étaient absents l'autre jour qu'ils doivent me remettre les fiches d'activités avant de sortir. N'inscrivez rien dessus, à moins que je ne vous le demande, et veuillez me les rendre à la fin du cours. Si vos notes ne sont pas à jour, vous pouvez, soit vous adresser à moi, soit emprunter les notes d'un camarade. En dernier recours, je vous laisserai partir avec la fiche d'activités... (Des groupes sont formés pour l'expérience qui suit.)

Maintenant, comme je l'ai signalé à la classe l'autre jour, nous sommes très à l'étroit dans cette salle. De plus, nous n'avons pas de tabliers et de lunettes protectrices pour tout le monde. Aussi, devrez-vous procéder à l'expérience d'aujourd'hui à tour de rôle, en rallumant chaque fois le brûleur. Mais cela ne veut pas dire que vous pouvez rester assis à votre pupitre en attendant. Vous devrez rejoindre votre groupe, à condition de ne pas vous approcher de la flamme et d'observer l'expérience à une distance de quelques pieds. Vous pourrez voir quand même ce qui se passe. Je veux simplement prévenir tout accident. Des questions?

Encore une fois, je le répète, pour ceux qui n'étaient pas en classe hier, tous les élèves – une minute, David. Dépose ton stylo jusqu'à ce que je vous dise de commencer. Élisabeth, regarde-moi. Laisse ton stylo de côté, comme cela je saurai que tu m'écoutes.

Pour aujourd'hui, je vais vous simplifier la tâche. J'indiquerai l'objet de l'expérience, les accessoires à utiliser et la façon de procéder. Tout ce que vous aurez à faire, c'est de formuler les observations, en arriver bien entendu à la conclusion et tracer un schéma. Je vais donc vous aider en vous remettant une feuille qui fournit les premiers renseignements; à vous de faire le reste du travail. C'est pourquoi il importe que tous les élèves d'un même groupe travaillent ensemble, de sorte que tous puissent retirer quelque chose de cette expérience, l'information. [Les élèves se mettent au travail. À la fin de l'expérience, M. Henning leur demande de nettoyer les tables.]

Vous avez donc trois choses à faire. Vous devez d'abord consigner par écrit vos observations. Bien entendu, il est possible qu'un seul élève ait été chargé d'inscrire les résultats obtenus par son groupe. Tous les autres élèves du groupe devront alors copier ces résultats dans leur cahier. Deuxièmement, vous devez formuler une conclusion. Qu'avez-vous découvert? Je ne vais pas vous donner d'indice à ce

sujet. Troisièmement, vous dessinerez un schéma. Un beau schéma simple montrant un brûleur Bunsen allumé et une petite main tenant l'échantillon; c'est tout. Votre schéma devra occuper une demi-page et être exécuté au crayon, de couleur si vous le désirez. Des questions? Bon. Alors mettez-vous au travail. »

Plus tard, j'ai demandé à M. Henning pourquoi la plupart des expériences nécessitaient un schéma :

« La principale raison est la suivante : les élèves, en revoyant leurs notes, sont peut-être capables de se relire, mais certains d'entre eux comprendront mieux s'ils peuvent compter sur un "support" visuel. Lorsqu'un jeune relit ses notes, ça ne lui dit plus grand chose; mais s'il peut regarder un dessin, il se souviendra de l'expérience du début à la fin. À défaut de pouvoir la réciter par coeur, il aura une bonne idée de ce qu'il a fait – pourvu que son schéma soit le moindrement fidèle et accompagné d'une légende. Encore une fois, je crois que cela fait partie de la démarche scientifique, expérimentale; être capable de tracer un schéma après coup et de "visualiser" l'expérience. »

Lundi

M. Henning commence le cours en circulant dans la classe et en jetant un coup d'oeil aux comptes rendus de l'expérience du vendredi avec les conducteurs.

M. Henning : En regardant vos travaux, je constate quelques petits problèmes. Premièrement, certains d'entre vous ne savent pas encore qu'il faut utiliser un stylo et non un crayon. Je vois un tas de brouillons malpropres. Ceux qui ont utilisé un crayon épointé vont recopier leur travail, j'en suis sûr. Deuxièmement, certains élèves n'ont pas dessiné le schéma, comme je l'avais demandé. D'autres l'ont fait mais ont oublié la légende. (Il regarde le diagramme d'un élève.) Bien! Ray. N'oublie pas la légende.

Scott : Comment on fait? Comme ça?

M. Henning : Chut! Tu as une question, Scott?

Scott : Oui.

M. Henning : Lève la main, veux-tu? (Scott lève la main.) Oui?

Scott : Est-ce qu'on écrit ce que c'est, ou quoi?

M. Henning : Si vous dessinez un schéma sans y mettre de légende, votre schéma n'est pas complet. Autrement dit, vous devez indiquer qu'il y a un brûleur Bunsen et identifier tous les accessoires représentés dans le schéma, qu'il s'agisse d'une bande d'aluminium ou quoi que ce soit. D'accord? Comme vous voyez, il y a quelques problèmes, mais je sais qu'il s'agit de votre première expérience de laboratoire. Si vous apprenez la bonne méthode tout de suite, vous n'aurez plus de problèmes à l'avenir.

Jetons maintenant un coup d'oeil sur vos observations.

Comme vous avez été divisés en groupes, je sais que vos observations, sur le temps de transmission de la chaleur pour diverses matières, varient d'un groupe à un autre. Mais, ces observations doivent nous indiquer quelque chose et nous amener à formuler par écrit une conclusion. Passons donc à la conclusion et voyons s'il est possible d'établir un lien entre celle-ci et les observations relevées. Qui veut lire la conclusion? Peter, veux-tu me lire ta conclusion, ou l'une de tes conclusions?

Peter : Le métal est le meilleur conducteur de la chaleur.

M. Henning : D'accord. Et, à partir de tes observations, comment en es-tu venu à cette conclusion?

Peter : C'est-à-dire que l'aluminium, le cuivre et l'acier transmettent la chaleur très rapidement, contrairement à la craie, au verre, au bois et à la pierre.

M. Henning : Combien d'entre vous sont d'accord avec Peter au sujet de cette conclusion? Bien. Y a-t-il des élèves qui sont arrivés à d'autres conclusions? Mat?

Mat : La sensibilité à la chaleur varie d'une personne à l'autre.

M. Henning : Merci. Voilà qui est intéressant. Peux-tu m'expliquer, par un exemple, comment tu en es venu à cette conclusion? (La réponse de Mat est inaudible). Intéressant. Mais est-ce que cela a un rapport avec l'objet de l'expérience?

Mat : Non.

M. Henning : Non, en effet. Mais c'est bien. Cette conclusion est néanmoins intéressante. Elle ne se rapporte pas directement à l'objet de l'expérience, comme Mat l'a reconnu; mais il est évident que certaines personnes peuvent être plus sensibles que d'autres à la chaleur. (Une brève discussion s'engage avec un autre élève, en ce qui concerne la conductivité de la craie.)

M. Henning : Alors comment appellerions-nous ces matières qui ne transmettent pas très bien la chaleur? Frank?

Frank : Non conductrices.

M. Henning : Non conductrices. Bon. Je crois qu'on utilise un autre terme ici. N'y a-t-il pas un autre mot dans la définition de l'« objet » de l'expérience qui soit plus approprié que « non-conducteur »? Lynn?

Lynn : Un isolant.

M. Henning : Bien. Certaines matières agissent en effet comme isolants, c'est-à-dire qu'elles transmettent mal la chaleur. (Une brève discussion s'engage afin d'établir pourquoi, dans le cas d'un élève, la lecture du chronomètre indique que la craie est un bon conducteur. Puis, M. Henning fait glisser le tableau noir pour exposer deux énoncés écrits.)

Bon. J'ai inscrit au tableau le genre de conclusions auxquelles vous pouvez arriver. Il n'est pas nécessaire que vos

conclusions aient été formulées exactement de la même façon; ce ne sont que les constatations que vous auriez dû faire à la suite de l'expérience. Par exemple, la conclusion nº 1 : « Les métaux sont de meilleurs conducteurs que les non-métaux. » Autrement dit, l'aluminium, le cuivre, l'acier et le fer sont tous de bons conducteurs de chaleur, bien qu'à divers degrés, tandis que le verre, la pierre et la craie, par exemple, sont de très mauvais conducteurs. Ensuite, j'ai écrit au nº 2, en laissant deux espaces : « _____ transmet la chaleur le plus rapidement, tandis que _____ est le plus mauvais conducteur. » Ici, il n'y a qu'à remplir les espaces laissés en blanc. Il se peut, par exemple, que l'aluminium se soit avéré le meilleur conducteur, et la craie ou la pierre, le pire. Vous avez donc deux conclusions, que vous pouvez rattacher à l'objet de l'expérience. Vous devez également utiliser le terme « isolant ». Ce mot pourrait servir à établir un autre lien entre l'objet de l'expérience et votre conclusion. Et finalement, il ne vous reste qu'à dessiner en quelques traits un schéma simple, accompagné d'une légende, soit dans le cas présent : un brûleur Bunsen. Le schéma se limite à ce seul accessoire, pour votre première expérience. Il n'est pas nécessaire de dessiner un schéma extrêmement détaillé. (Après plusieurs brefs échanges de vues, M. Henning remet aux élèves une fiche d'activités sur la convection de l'eau. L'expérience consiste à chauffer de l'eau contenant des cristaux de permanganate de potassium, qui permettent de « voir » les courants de convection. L'objet de l'expérience est de « découvrir comment l'eau devient chaude, en dépit du fait qu'elle soit un mauvais conducteur. »)

Maintenant, jetez un coup d'oeil à l'objet de cette nouvelle expérience. Je vous ai laissé quelques secondes pour y réfléchir et les accessoires sont prêts sur vos tables. Objet. Steve, veux-tu lire à haute voix l'objet de l'expérience, s'il te plaît?

Steve : « Découvrir comment l'eau devient chaude, en dépit du fait qu'elle soit un mauvais conducteur. »

M. Henning : Ça va. Donc, lors de notre première expérience, nous avons utilisé des solides. Cette fois, nous verrons comment un liquide tel que l'eau devient chaud. Certains d'entre vous ont déjà une idée à ce sujet. (M. Henning donne d'autres instructions concernant l'exercice nº 5.) Avez-vous des questions? Écoutez, je vais vous donner cinq minutes pour commencer à copier tout de suite cette fiche d'activités. Dans cinq minutes, donc, vous mettrez les tabliers et les lunettes protectrices et l'expérience débutera.

Un élève : Est-ce qu'on garde les fiches?

M. Henning : Non, vous ne les gardez pas. Je le répète, copiez-les et

remettez-les moi. (On choisit de nouveaux chefs de groupe et les élèves se mettent au travail, qui se poursuit jusqu'à la fin du cours.)

Mardi

M. Henning circule parmi les élèves et jette un coup d'oeil sur leurs fiches d'activités de la veille. Les élèves chuchotent.

« D'après ce que j'ai vu jusqu'à maintenant, je ne devrais pas entendre un seul d'entre vous chuchoter. En fait, je n'ai pas encore trouvé quelqu'un qui ait fait l'exercice au complet. Ce n'est pas très impressionnant. [Il s'approche d'un élève et regarde son schéma.] Qu'est-ce que c'est? Je ne suis pas capable de distinguer. Prends un autre crayon et recommence [il passe à l'élève suivant]. Pourquoi t'es-tu servi d'un crayon? Recommence-moi ça en utilisant un stylo. [M. Henning passe ainsi d'un élève à un autre et commente leur travail.]

Bon. Après avoir jeté un coup d'oeil à vos comptes rendus de l'expérience d'hier, je constate qu'ils ne sont pas terminés. Déposez maintenant votre stylo ou votre crayon et écoutez-moi tous. Brock, reste tranquille s'il te plaît. Je ne peux vraiment pas comprendre pourquoi tant d'élèves dans cette classe n'ont pas terminé le travail que je vous avais donné hier. Ce n'était pas une tâche terriblement difficile et je pensais que vous pouviez vous en sortir tous seuls. Certains y sont parvenus. Cela indique, évidemment, que ces élèves ont été capables d'assumer une certaine part de responsabilité. Dépose ton stylo Linda et écoute-moi.

Voyons maintenant ce que vous aviez à faire. Je vous avais demandé de formuler une observation, d'en tirer une conclusion et de dessiner un schéma. Certains d'entre vous ont indiqué leur observation, d'autres ont dessiné un schéma et d'autres encore ont tiré des conclusions, mais très peu ont répondu à ces trois exigences. L'expérience n'est pas terminée tant que vous n'en avez pas franchi toutes les étapes. [Plus tard, M. Henning mentionnera qu'il lui arrive de jouer la carte de l'autorité afin d'inciter les élèves à travailler.]

À présent, quelles sont les observations que certains d'entre vous ont formulées? [La classe s'engage dans une discussion sur l'expérience de lundi, puis effectue un autre exercice portant, cette fois, sur la convection de l'air.] »

Par les extraits précédents, j'ai voulu traduire sommairement cette impression que, chez M. Henning, l'importance accordée à la méthode de travail et au sens de la responsabilité joue sur deux plans : celui des considérations générales touchant la discipline en classe ou sociabilisation (par exemple : « Déposez tous votre stylo ») et celui des exigences propres à l'étude des sciences (par exemple : la nécessité de dessiner un schéma de l'expérience). Bien entendu, ces deux plans ne sont pas nécessairement dissociés (par exemple, l'obligation de dessiner les schémas au crayon et de rédiger les notes à l'encre).

En général, les fiches d'activités constituent le cadre de travail et de discussion de la classe. Dans l'ensemble, les questions posées par les élèves touchent la marche à suivre. Cependant, quand des élèves posent des questions sur la matière à l'étude, M. Henning accepte que la discussion s'engage dans une nouvelle voie, même s'il n'a pas toujours une réponse à fournir (par exemple : « Monsieur, qu'est-ce qui fait qu'une flamme est chaude? »).

> « Je suppose que ça arrive quelquefois [des questions embarrassantes des élèves]. Je me souviens que des élèves m'ont posé ce genre de question à quelques occasions. Je peux alors répondre par : "Voyons ce qu'en pensent les autres." Ou encore : "Toi, qu'en penses-tu?" Je peux aussi fournir aux élèves un élément de réponse et leur demander d'effectuer une recherche plus approfondie à la bibliothèque ou quelque chose de ce genre. »

Dans la mesure où les travaux et discussions en classe se limitent plutôt aux sujets présentés dans les fiches d'activités, l'accent porte sur l'apprentissage des « notions » scientifiques. Par ailleurs, bien que mal servi par les fiches d'activités, l'objectif qui consiste à démontrer les applications des sciences dans la vie de tous les jours est abordé dans le cadre des discussions que suscitent les exemples (application des principes de la convection de l'air aux systèmes de chauffage, etc.) fournis par M. Henning ou ses questions adressées aux élèves.

M. Henning aime enseigner, et mes observations ainsi que nos entretiens me l'ont confirmé à maintes reprises. Toutefois, la plupart des professions comportent leur lot de frustrations et, comme tout professeur le sait, l'enseignement n'échappe pas à cette règle. Quand je lui ai demandé quels étaient les facteurs de frustration dans son travail, M. Henning m'a d'abord répondu : « ...ce qui m'ennuie le plus, c'est leur (élèves de 7e année) manque de savoir-vivre et de respect, en général. » Au fil des jours et de nos entretiens ultérieurs, il m'est apparu évident qu'une grande part de cette frustration était imputable à la conduite des élèves du niveau général. M. Henning estime que les difficultés auxquelles il fait face chez ces élèves se résument surtout à une question d'intelligence innée (par exemple : « Ils vont engendrer des enfants qui, en général, seront défavorisés dès le départ »), de même qu'au milieu et à la situation familiale. Je lui ai demandé quelle était la principale différence entre les élèves des classes avancées et ceux du niveau général : « La maturité, le zèle, le sens de la responsabilité, la capacité intellectuelle, le savoir-vivre. Aucune comparaison. C'est comme le jour et la nuit. C'est incroyable. »

Lorsque j'ai passé une journée complète à observer toutes les classes de M. Henning, sa frustration en présence des groupes comportant une forte proportion d'élèves du niveau général m'est apparue évidente et compréhensible. À mon avis, M. Henning a adopté beaucoup plus souvent une attitude autoritaire avec les élèves du niveau général, habituellement à cause de leurs réponses ou de leur comportement. Tout au long du mois, j'ai élaboré deux hypothèses quant à la source des soucis de M. Henning. D'une part, les élèves du niveau général (en particulier les quelques élèves

ayant une grande influence sur la classe) sont relativement imprévisibles sur le plan du rendement scolaire comme sur celui du comportement et, d'autre part, ils amènent le professeur à jouer un rôle (autoritaire) qu'il n'aime pas. Alors que nous parlions d'un élève présentant un cas-problème, M. Henning m'a fait remarquer qu'il arrivait souvent à cet élève de rire lorsque quelqu'un commettait une erreur :

> « Il ne manifeste aucune retenue, à cet égard. C'est ça qui m'énerve. Voilà la principale raison. Je ne dirais pas que je n'aime pas ces élèves, mais ce sont ceux que j'aime le moins. Voilà le noeud du problème, c'est la discipline : restez tranquilles, assoyez-vous, oui, non, ne faites pas ceci, ne faites pas cela. »

Heureusement, l'enseignement apporte aussi certaines satisfactions. L'une des plus évidentes, chez M. Henning, est simplement le fait d'être entouré de jeunes, comme le prouve sa participation aux activités parascolaires dont il s'occupe pour eux.

> « Voilà. Comme vous savez, Bill, Ron et moi nous nous occupons du club du vendredi soir (danse). Cela ne demande qu'un vendredi par mois... Les sports occupent une couple de soirs par semaine. Puis, il y a le club de natation, les mardis matin; la joute de hockey opposant les professeurs aux élèves, les mercredis et vendredis matin... En fait, nous venons juste de commencer nos activités (du club de natation)... Les filles avaient un club de natation comptant environ 50 membres, et les garçons ont dit qu'ils aimeraient également en former un; alors, Bill et moi avons décidé de fonder un club de natation, qui a tenu sa première rencontre mardi dernier. »

Huitième année

M. Sills vient de présenter à la classe un film sur l'économie de l'énergie dans la préparation des repas et les élèves discutent à partir d'une série de questions portant sur le film.

M. Sills : Que pouvons-nous faire pour économiser l'énergie dans la préparation des repas?

Un élève : Nous pouvons manger des aliments crus.

M. Sills : Très bien. Autre chose?

Un élève : Faire la cuisine au wok.

M. Sills : C'est bien. Maintenant, connaissez-vous un pays dont on a entendu parler récemment et où les gens mangent de la viande de chien?

Un élève : Les Philippines.

M. Sills : Voilà. Justement, on vient de publier aux Philippines un nouveau livre de recettes de cuisine qui s'intitule *How to Wok Your Dog**. (Silence)

Les élèves : Ha! Ha! (hilarité générale, murmures)

---

* N. d. t. : Littéralement, « Comment faire cuire votre chien au wok », un calembour avec « How to walk your dog », qui se rendrait en français par « Comment promener votre chien ».

M. Sills : Je sais, cette blague était d'un goût douteux. (La discussion se poursuit.)

Plus tard, lors d'une entrevue, nous avons parlé de cet épisode :

M. Kilbourn : Vous aimez faire des jeux de mots faciles.

M. Sills : Énormément. Mais, ce ne sont que des traits d'esprit qui servent à égayer les cours.

M. Kilbourn : Mais je crois comprendre que vous agissez ainsi en toute connaissance de cause.

M. Sills : Oh, oui. À mon avis, l'enseignement, c'est d'abord du théâtre. Vous devez montrer un peu de légèreté, ne serait-ce que pour mettre les jeunes à l'aise et leur faire comprendre que vous êtes humain et qu'il vous arrive de faire de mauvaises blagues de temps à autre. Cela fait partie du jeu, ne croyez-vous pas?

Ron Sills a enseigné à l'élémentaire pendant dix ans. Cette année, il enseigne pour la première fois dans une école secondaire. C'est également la première fois qu'il enseigne les sciences à plein temps. On lui a confié trois classes de 7e et six classes de 8e. Détenteur d'un diplôme de 1er cycle en psychologie, il prépare actuellement une licence. M. Sills est passé au secondaire parce qu'il avait l'impression de devenir « esclave de la routine ». M. Sills relève trois différences majeures entre l'élémentaire et le secondaire :

> « Il n'y a pas tellement de différences entre les élèves de la 6e année et ceux de la 7e. En 8e, par contre, on note une grande différence en ce qui a trait au degré de maturité des élèves. Les filles, en particulier – non sur le plan de leur comportement physique, mais sûrement dans leur attitude – acquièrent une certaine assurance et n'ont pas vraiment envie de se mettre à travailler sérieusement.
>
> C'est quelque chose de tout nouveau pour moi que d'attribuer des notes, et je commence déjà à voir des failles dans le système. J'en parlais à Steve Henning l'autre jour; je lui disais qu'à mon avis les notes ne sont pas nécessairement une indication du rendement des élèves au niveau secondaire.
>
> Nous ne rencontrons les élèves que trois ou quatre fois par semaine, et cela ne dure que 40 minutes chaque fois. Donc, nous n'avons pas vraiment le temps d'apprendre à le connaître comme c'est le cas au niveau élémentaire, ce qui est déplorable. En 7e et en 8e année, il y a des élèves avec lesquels je n'ai presque pas le temps de parler, tout simplement parce que je dois traiter d'un sujet et que je n'ai que 40 minutes pour le faire... »

Comme cette situation est nouvelle pour lui, M. Sills tâte le terrain et il entrevoit peu à peu les changements à apporter dans les années à venir. Ses élèves de 8e, par exemple, qui ont entamé l'année en étudiant la classification des organismes vivants, voient maintenant un module consacré à l'énergie et étudieront prochainement la reproduction. On avait conseillé à M. Sills de suivre simplement le programme adopté par son prédécesseur.

« C'est la première année que je fais cela; alors si je devais recom-

mencer, je m'arrangerais pour que l'ordre des leçons soit tout à fait différent. Je ne sais pas au juste quel ordre j'adopterais, car je n'ai pas encore réfléchi vraiment à la question; mais il est clair que j'établirais mon programme de façon à assurer une continuité entre les modules. »

Lors de notre première entrevue, M. Sills m'a fait part de ses objectifs dans l'enseignement :

« Ce qui m'importe le plus, c'est de faire en sorte que les jeunes se sentent à l'aise dans ce qu'ils font. Fondamentalement, cela a toujours été ma philosophie. Je ne suis pas partisan de la discipline stricte et je pense réellement qu'un de mes objectifs ultimes, depuis 11 ans, est simplement d'amener les élèves à se sentir plus à l'aise, et non menacés, à l'intérieur du système de l'éducation, en général. J'aimerais susciter chez eux un profond intérêt pour les sciences, élargir leurs horizons. Beaucoup de jeunes sont rebutés par l'étude des sciences simplement parce qu'ils sont enterrés sous le contenu. »

Dans un questionnaire comportant une liste de quatorze objectifs en matière d'enseignement des sciences, M. Sills a désigné le « développement des aptitudes sociales », l'« acquisition d'attitudes propres à la démarche scientifique » et la « compréhension du rôle et de l'importance de la science dans le monde moderne » comme des objectifs généraux très importants. À propos du module consacré à l'utilisation rationnelle de l'énergie, M. Sills a fait notamment les observations qui suivent :

« En fait, j'ai traité des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables ainsi que de leur utilisation. Les élèves ont formulé un certain nombre d'idées, notamment sur l'énergie et les sources d'énergie, et j'ai élargi, pour ainsi dire, le champ de ces observations. J'ai développé les idées énoncées et j'en ai exprimé de nouvelles, dans l'espoir que les élèves acquièrent une connaissance plus pratique des notions en cause. J'espère que, grâce à moi, ces jeunes sont rentrés chez eux en se disant : "Ça alors, quel gaspillage! Et cela se passe sous nos yeux." »

Comme le ministère ontarien de l'Éducation n'a établi aucun plan pour ce module sur l'utilisation rationnelle de l'énergie, M. Sills a élaboré le sien. Le module est présenté en seize leçons portant, dans l'ordre, sur les sujets suivants : énergie potentielle, conversion de l'énergie, sources d'énergie renouvelables et non renouvelables, avantages et inconvénients inhérents à différentes sources d'énergie, utilisation domestique de l'énergie, énergie solaire et cycle d'évaporation de l'eau, économie de l'énergie, utilisation de l'énergie dans la préparation des aliments. Ces leçons comprennent la présentation de films (sept) et des fiches d'activités (en général, une par leçon). Habituellement, les fiches d'activités comportent une série de questions portant sur les films présentés ou, parfois, sur un manuel ou encore sur un autre document. Bien que l'idée de recourir aux fiches d'activités ait été mise de l'avant par le chef du secteur des sciences, c'est M. Sills qui les prépare.

« Comme je suis un nouveau professeur, je dois, bien entendu, préparer mes cours et cela me demande beaucoup de temps. D'habitude, le vendredi soir, je reste chez moi et je travaille [à la préparation des fiches d'activités]. C'est presque de la "préfabrication". Mais c'est vrai. Je travaille là-dessus le vendredi soir; puis, le samedi soir, de sept heures jusqu'à onze heures environ, je prépare mes sujets de cours. De plus, je dois, bien sûr, prendre le temps de visionner les films au préalable. »

Les cours d'une durée de 40 minutes se déroulent habituellement comme suit : un film est d'abord présenté, puis les élèves copient les questions figurant sur la fiche d'activités et y répondent; finalement, toute la classe en discute. Dans le cas du module actuellement à l'étude, les élèves travaillent habituellement seuls ou, à l'occasion, en groupes de quatre ou cinq qui font simultanément le même exercice.

« Pour le module de la "classification des organismes", j'ai eu recours à une méthode tout à fait différente en réalité. J'ai formé quatre groupes et préparé quatre fiches d'activités, que ceux-ci ont échangées à chaque cours. Sur cette table, j'avais disposé toute une série de bocaux de verre contenant des spécimens que les élèves devaient classifier. Sur la table voisine, il y avait des visionneuses et les élèves devaient examiner des diapositives et rédiger quelques observations. À la table suivante, les élèves effectuaient des exercices à partir d'un manuel de classe. La dernière table était munie d'un projecteur à diapositives et d'un magnétophone. De plus, j'ai demandé aux élèves d'effectuer certaines recherches terminologiques à la bibliothèque. »

La classe que j'ai observée pendant la majeure partie des cours sur l'utilisation rationnelle de l'énergie était très nombreuse (37 élèves). Quoique agréable et bien équipée, la salle de cours était relativement petite. M. Sills reconnaît d'ailleurs que l'exiguité des lieux l'empêche de faire tout ce qu'il voudrait.

Dans le compte rendu qui suit, j'ai présenté mes observations en les entrecoupant de passages pertinents extraits de leçons consécutives. Aucun de ces extraits ne peut être considéré comme caractéristique, mais, dans l'ensemble ils présentent une image assez fidèle de la méthode d'enseignement de M. Sills et de la matière étudiée au cours de la période d'observation.

Vendredi

C'est aujourd'hui la cinquième leçon sur l'utilisation rationnelle de l'énergie. Les élèves commencent par lire six pages du manuel (un jeu pour la classe), puis s'attaquent au travail que la fiche d'activité leur propose :

« Décrire chacune des formes (ou sources) d'énergie suivantes : énergie géothermique, énergie solaire, énergie nucléaire, hydrogène, vent (énergie éolienne) et marée (énergie marémotrice). Quels sont les avantages et inconvénients de chacune? »

Les renseignements nécessaires sont fournis dans le manuel. L'observa-

tion a montré que les questions contenues dans les fiches et dans les discussions sont des questions de « rappel » (bien qu'il y ait des exceptions). Les travaux écrits sont ramassés environ tous les huit jours, corrigés, puis remis aux élèves.

> « J'attribue les notes de façon globale, en fonction de la clarté, de la justesse et de l'intégralité des réponses, mais sans me soucier des fautes d'orthographe ou des erreurs de ce genre... »

Somme toute, dans le cas du présent module, les manuels sont rarement utilisés, car ils fournissent relativement peu de renseignements sur le sujet à l'étude. J'ai demandé à M. Sills de quelle façon il utilisait les manuels habituellement :

> « De façon très sporadique. Si j'utilise un manuel, ce n'est que pour y puiser certaines questions pertinentes auxquelles je n'avais pu songer, ou encore pour en extraire des schémas et des graphiques précis. Quand nous étudierons la reproduction sexuée et asexuée, par exemple, je fournirai aux jeunes des tas de schémas et de graphiques à insérer dans leur cahier de notes... »

Après que la classe ait travaillé avec les fiches d'activités, M. Sills organise une discussion générale. Voici d'ailleurs un extrait de la discussion en classe, qui a duré une quinzaine de minutes en tout :

M. Sills : Très bien, formidable. Ça ne prend pas beaucoup d'uranium pour produire cette énergie. C'est vrai. Un autre avantage? D'accord, allez-y si vous avez une idée. Vous n'avez qu'à l'exprimer à haute voix.

Un élève : L'uranium est-t-il renouvelable?

M. Sills : Voilà une bonne question. Je vais la répéter pour tous. Croyez-vous que l'uranium soit une ressource renouvelable? (Les avis sont partagés.)

Un élève : Non, je ne pense pas qu'il soit renouvelable.

M. Sills : Non, en effet. Bon. Voilà donc un inconvénient, c'est vrai. Toutefois, comme l'uranium existe en grande quantité, c'est une ressource durable.

Un élève : Est-ce que ça coûte cher pour l'extraire?

M. Sills : Extraire l'uranium ne côute pas cher, mais la construction des centrales nucléaires, elle, est très onéreuse. Cependant, c'est encore moins cher que de construire de grands barrages ou que d'exploiter le potentiel énergétique des chutes d'eau. Passons maintenant à l'élément suivant. Ah! oui. J'oubliais les inconvénients, bien sûr. Oui?

Un élève : C'est mortel.

M. Sills : Très bien. Et comment?

Un élève : Par les radiations émises, à moins de les contrôler convenablement.

M. Sills : Très bien, bravo. Un autre inconvénient? Oui?

Un élève : Les gens n'aiment pas cette forme d'énergie.

M. Sills : Parfait. Et pourquoi?

Un élève : Parce que c'est dangereux. À cause des radiations. Les déchets

nucléaires sont ... je veux dire que certains déchets ne sont pas enfermés, vous savez, dans des contenants étanches et tout cela.

M. Sills : C'est bien. Parfait.

Un élève : Il est difficile d'éliminer les déchets nucléaires.

M. Sills : Voilà exactement le problème principal. C'est un inconvénient majeur. Je me réjouis de voir que vous réfléchissez. C'est formidable. Bon. Voyons maintenant le cas de l'hydrogène. Tout d'abord, qu'est-ce que l'hydrogène?

Un élève : (Réponse inaudible)

M. Sills : Je ne veux pas que ce soit toujours les mêmes qui répondent aux questions. (Il se retourne vers quelques élèves silencieux). C'est bien que vous gardiez le silence, mais je voudrais qu'on me décrive l'hydrogène. Oui, Trudy?

Mardi

M. Sills commence son cours en faisant les observations suivantes :

« Aujourd'hui, nous allons voir un autre film. Je me rends compte que les films commencent à vous ennuyer, comme cela a déjà été le cas pour moi. Aussi, la prochaine fois, nous ferons un exercice à partir du manuel au lieu de voir encore un film. Aujourd'hui donc, nous aborderons l'utilisation domestique de l'énergie. Ce sujet se rapporte d'une certaine façon à un exercice particulier que nous ferons dans plusieurs jours, alors que je vous demanderai d'établir un tableau de certains appareils que vous utilisez à la maison et qui fonctionnent à l'électricité. (M. Sills aborde la question de l'économie de l'énergie.) Bien entendu, il y a plusieurs moyens d'économiser de l'énergie à la maison; le film vous le montrera.

Et maintenant, en ce qui concerne les questions portant sur le film. Beaucoup d'élèves croient que je reçois ces questions toutes faites avec le film. Ce n'est pas le cas. En fait, je procède à une première projection, pendant laquelle je jette sur papier les questions qui me viennent à l'esprit. Il est tout simplement plus facile pour moi de me souvenir du film que cela ne l'est, à la longue, pour vous. Quoi qu'il en soit, jetons un coup d'oeil à ces questions. J'aimerais vous les lire d'abord, car le film se déroule très, très rapidement. »

M. Sills lit alors à haute voix les dix-neuf questions des feuilles d'exercices. Voici les sept premières :

1. À quoi le Canada consacre-t-il 20 % de toute son énergie?
2. Qu'est-ce qui est exclu de ce chiffre?
3. Qu'arrive-t-il à une maison mal isolée?
4. Quel pourcentage du budget familial consacre-t-on au chauffage d'une maison en hiver?
5. Quelles mesures peut-on prendre pour s'assurer du confort d'une maison à longueur d'année?

6. Quelles seront les conséquences d'une bonne isolation?
7. Quelles économies pourra-t-on réaliser sur le plan du chauffage à l'huile?

Après cette introduction, les élèves regardent le film, puis répondent par écrit aux questions et en discutent. Pour cette fois, on leur permet de conserver les feuilles d'exercices; mais, normalement, ils doivent prendre le temps de copier les questions dans leur cahier de notes. Dans les remarques préliminaires de M. Sills, deux points sont frappants : il formule ouvertement des réflexions sur sa tâche d'enseignant et fait le lien entre le sujet présentement à l'étude et les leçons à venir.

Jeudi

Un élève : Comment pouvons-nous trouver la réponse à la question numéro deux?

M. Sills : En vous creusant les méninges. Si je vous ai posé ces questions, c'est pour vous amener à réfléchir.

Les exercices proposés cette fois-ci sont plus difficiles que ceux du mardi précédent. Par exemple, les élèves doivent copier (à partir des fiches d'activités) un schéma du cycle d'évaporation de l'eau, ainsi qu'un tableau montrant ce qu'il advient de la chaleur du soleil (35 % réfléchie, 43 % absorbée, etc.). Ils doivent également répondre à la question suivante : « L'une des formes d'énergie provient du cycle d'évaporation de l'eau, qui est lui-même tributaire de la chaleur solaire. Qu'est-ce qui limite cette forme d'énergie? » Tout le reste du cours se passe à répondre à cette question de même qu'à une autre. Pendant ce temps, j'observe M. Sills, qui donne des conseils à certains élèves. Le voici parmi un groupe de quatre élèves :

« Je ne parle pas du cycle d'évaporation de l'eau. C'est un phénomène assez facile à comprendre. Si vous pensez plutôt au soleil – qui fournit 100 % de la chaleur que reçoit notre planète – la question vous paraîtra un peu plus claire. Ne vous occupez pas du fait que l'irradiation totale soit de tant par année. Ce qu'il faut surtout retenir, c'est que le soleil fournit 100 % de la chaleur que reçoit la terre, mais que 35 % de cette chaleur est réfléchie dans l'espace par les nuages. Cette énergie est complètement perdue. Ça va? On dit ici qu'environ 43 % de la chaleur est absorbée et met en branle le cycle d'évaporation de l'eau. Aussi, c'est pourquoi je vous ai demandé de tracer le schéma de ce cycle, afin que vous constatiez que, de toute évidence, l'énergie solaire joue un rôle essentiel dans le phénomène de l'évaporation de l'eau. Examinez le schéma que vous avez à reproduire. »

Lundi

Il n'y a pas eu de cours le vendredi précédent, la journée ayant été consacrée à des rencontres parents-professeurs. Devant la classe, M. Sills commente ainsi cette journée :

« J'aimerais vous dire, tout d'abord, que j'ai rencontré quelques-uns

de vos parents à cette première occasion. J'ai bien apprécié cette rencontre. D'habitude, ce sont les parents des élèves relativement brillants qui viennent à ces rencontres, ce que je déplore. Mais il y a des exceptions. »

Au bout de dix minutes, les deux tiers de la classe quittent la salle de cours pour aller passer des examens de dépistage de la tuberculose. M. Sills distribue à ceux qui restent un article d'une page intitulé « Why Conserve Energy »* (extrait d'un ouvrage sur l'isolation des maisons) et accompagné d'un schéma. Il demande ensuite aux élèves de lire un paragraphe chacun, à haute voix. Puis, ceux-ci consacrent le reste de la période à répondre par écrit aux questions de la fiche d'activités portant sur l'article.

Mardi

Le cours commence par une brève discussion à propos des sources d'énergie renouvelables et non renouvelables. Puis, M. Sills présente un film intéressant réalisé par la National Geographic Society et traitant des sources d'énergie non conventionnelles. Plus tard, je lui fais remarquer que la plupart des films semblent provenir des États-Unis :

« J'allais vous dire que je ne cherche pas particulièrement à me procurer du matériel canadien ou étranger. Je m'intéresse plus à la disponibilité des films. »

La classe discute du film pendant environ cinq minutes.

« Pendant les cinq minutes qui restent, j'aimerais que vous vous penchiez sur la question des sources d'énergie non conventionnelles et que vous décriviez en quelques lignes – en quelques lignes seulement – celles que vous avez trouvées les plus intéressantes et pourquoi... (La cloche se fait entendre.) Avant que vous partiez, j'aimerais vous demander de faire ce travail comme devoir à la maison. Jusqu'à aujourd'hui, je ne vous ai jamais donné de travail à faire à la maison. Aussi, j'aimerais que vous me fassiez ce devoir, soit l'exercice n° 10. Dès le début du prochain cours, je vous interrogerai là-dessus. »

Mercredi

Ce mercredi-là, je n'ai pas rencontré la classe qui faisait l'objet de mes observations précédentes. Cependant, j'ai passé toute la journée avec M. Sills, qui donnait trois cours en 7e et trois cours en 8e (aucun de ces cours n'a été enregistré sur magnétophone). Le moment est venu, je crois, de signaler deux hypothèses plutôt générales qui se sont imposées davantage à mon esprit, à la fin de cette journée d'observation.

En premier lieu, M. Sills semble s'efforcer de présenter le même sujet à ses classes et ce, le même jour, ou du moins à un ou deux jours d'intervalle. Cette méthode vise à résoudre les problèmes logistiques qui survien-

* N. d. t. : Littéralement, « Pourquoi économiser l'énergie ».

nent d[illegible] la coordination de l'équipement et du matériel pour plusieurs classes [illegible]e même niveau – un problème dont la gravité augmente avec le nombre de classes. De plus, comme il l'a souligné, M. Sills veut garder ses classes à un même niveau, de façon à pouvoir leur faire passer un examen avant Noël, corriger les examens pendant le congé, et attaquer le mois de janvier avec un nouveau module. Une des conséquences de cette démarche est que certaines classes doivent parfois adopter un rythme de rattrapage, tandis que d'autres s'attardent sur un sujet (les réunions, les programmes spéciaux, les tests de tuberculose, etc. n'aide en rien la cause des premiers).

Ma seconde observation porte sur les élèves du niveau général, sur la discipline et sur les frustrations de l'enseignement. M. Sills enseigne notamment à deux classes considérées comme « faibles » et à une troisième qui, bien que dans la moyenne, est perçue par tous les professeurs comme une classe posant nettement un problème sur le plan de la discipline. Le terme « faible » est souvent utilisé (mais pas toujours), par M. Sills et les autres professeurs à McBride* pour désigner les élèves ayant de faibles aptitudes scolaires, peu de motivation et une propension à l'indiscipline. Tout au long de la période d'observation, M. Sills a parlé de ses classes « faibles » d'une façon qui trahissait une certaine frustration et, parfois, de l'angoisse. « Je suis épuisé après avoir donné mon cours... » ou encore « Je n'ai pas hâte au prochain cours, car... » ont été des commentaires maintes fois entendus. Il semble que l'attitude détendue de M. Sills en classe, combinée à son inexpérience avec des adolescents de la 8e année, ait quelque chose à voir avec cette situation. D'ailleurs, Steve Henning et Bill Larson lui ont conseillé de se montrer plus ferme.

M. Sills et moi avons discuté de la question des classes « faibles » à plus d'une occasion. Il estime que l'une des difficultés vient du fait que les élèves « faibles » se trouvent souvent regroupés au sein de quelques classes. Une partie des tracas qu'ils causent à leurs professeurs s'explique par leur nature imprévisible :

> « Je ne sais trop à quoi m'attendre. La classe B est imprévisible. Aujourd'hui, pourtant, les élèves m'ont vraiment causé toute une surprise. Ils ont été parfaits. Mais cela est sûrement dû au film [National Geographic] plutôt qu'à mon influence.
>
> Si je donnais un travail à faire [à la classe C], je ne crois pas que les élèves pourraient se concentrer assez longtemps pour l'effectuer jusqu'au bout; ils pourraient le commencer, mais cela ne durerait qu'environ 10 ou 15 minutes. Après ce laps de temps, ils se mettraient à dire que l'exercice est trop difficile pour eux, qu'il s'adresse aux classes "plus savantes". Ces jeunes sont conscients de la place qui leur échoit par rapport aux autres classes de huitième. Ils savent qu'ils sont au bas de l'échelle, et c'est malheureux.
>
> [Plus tôt dans l'entrevue] Il y a des familles monoparentales,

* N. d. t. : Cette parenthèse s'applique au terme « low », utilisé dans le texte anglais.

vous savez? Plus que jamais. Les jeunes arrivent en classe bourrés de problèmes psychologiques à cause de cette situation, et vous devez vous débrouiller avec eux. Vous évoluez dans un climat tendu et j'imagine qu'il n'y a pas autre chose à faire que de supporter le fardeau...

En observant [la classe avancée], on constate qu'il y a très peu de jeunes qui ont des problèmes psychologiques graves. Dans un grand nombre de mes classes, ces problèmes existent. J'ai un élève qui n'a pas de père. En classe, il passe son temps à flâner. Il a sept échecs au présent trimestre. Sa mère est venue me rencontrer vendredi; elle pleurait. Que pouvais-je faire? Que pouvais-je faire comme professeur? J'ai proposé que cet élève soit confié à des services psychologiques, simplement pour évaluer son niveau scolaire et déterminer quels sont ses intérêts; mais je ne crois pas que la mère soit d'accord. Comme professeur, mes possibilités d'intervention comportent tout de même des limites. »

Jeudi

M. Sills commence par « haranguer » la classe (la transcription, à simple interligne, occupe une pleine page) au sujet d'un incident survenu pendant un autre cours, en matinée. L'extrait qui suit est révélateur :

« En fait, je sais que la plupart des élèves de cette classe sont assez brillants et intelligents pour faire leurs devoirs à la maison et non pendant les autres cours. C'est quelque chose que je ne peux absolument pas accepter. J'aimerais mieux qu'on m'avoue ne pas avoir fait le devoir que d'apprendre qu'il a été fait pendant un autre cours. »

Plus tard, j'ai demandé à M. Sills si des incidents semblables étaient déjà survenus dans la classe que j'observais et à laquelle il venait de s'adresser :

« Oh! non. Enfin, il s'est passé certaines choses, mais c'était également pour moi une façon détournée de les inciter à faire leurs devoirs. C'est comme si je leur avais dit : "Vous ne me feriez pas ce coup-là, les gars, n'est-ce pas? Vous n'allez pas négliger de faire vos devoirs?" »

Après cette sortie, toutefois, je suis resté avec l'impression que la véhémence des propos de M. Sills pouvait être due en partie à son emportement par suite de l'incident survenu dans sa classe la plus turbulente. Une fois cette mise au point terminée, M. Sills s'est engagé avec les élèves dans une discussion portant sur le devoir de mardi (tel qu'il l'avait promis). Le cours s'est achevé avec la projection d'un documentaire de l'Office national du film.

Mardi

Je n'ai pu assister au cours du lundi. M. Sills avait alors demandé aux élèves de répondre par écrit à plusieurs questions. Il commence donc le cours d'aujourd'hui là-dessus :

M. Sills : Certains d'entre vous ont répondu à ces questions. Nous pour-

rions peut-être jeter un coup d'oeil à la première et voir exactement quelles sont les idées que vous avez exprimées. Qu'arriverait-il si nous faisions disparaître tous les gadgets électriques à travers le monde? Qu'en pensez-vous? Oui?

Les élèves : (Des mains se lèvent et un certain nombre d'élèves commencent à parler tous à la fois.)

M. Sills : Ah, pardon! Baissez la main, une minute. D'abord et avant tout, vous semblez oublier qu'il y a des élèves qui parlent, tandis que d'autres attendent, la main levée. De plus, permettez-moi de vous faire remarquer que, pendant ce temps, certains bavardent avec leurs voisins. C'est intolérable. Bon, Ali?

Ali : Je crois que l'électricité est l'une des sources d'énergie les moins coûteuses, et si les gadgets électriques étaient éliminés, cela serait sûrement très utile. Mais je ne pense pas que tous nos problèmes d'énergie seraient réglés pour autant.

M. Sills : Bien. Tu viens d'énoncer une affirmation en disant que l'électricité est la forme d'énergie la moins coûteuse.

Ali : Non, j'ai dit qu'elle est l'une des moins coûteuses.

M. Sills : Hum! J'aimerais bien qu'on discute de ce point de vue, tout simplement parce que l'électricité est produite à partir de sources qui, elles, sont coûteuses. Mais pour tout de suite, disons que ça va.

Un élève : Je crois qu'on pourrait éliminer certains gadgets comme la brosse à dents électrique, les appareils à cirer les chaussures et les extracteurs à jus – même les lave-vaisselle pourraient disparaître. Mais je pense que certains appareils électroménagers comme les sécheuses, etc., sont utiles dans notre société moderne et je sais que beaucoup de gens s'en servent vraiment.

M. Sills : D'accord. Donc, tu dis que nous pourrions éliminer beaucoup de choses et en conserver d'autres. [Le cours continue.]

...Bravo. C'est un bon point à soulever. Oui? [Une observation inaudible, glissée par un élève, déclenche les rires de plusieurs.] J'ai une autre remarque à vous faire, également, qui concerne votre réaction habituelle devant les interventions de vos camarades. Je tiens à vous rappeler que cette classe est une tribune où chacun peut s'exprimer sans être critiqué. Vous ne devez pas critiquer ceux qui ont des observations à apporter. Compris? Peu importe que les interventions soient pertinentes ou non. Au moins, celui qui émet des observations estime sincèrement qu'elles sont justifiées, et c'est pourquoi vous devez le respecter. Tous peuvent exprimer leurs idées sur les questions qui sont soulevées, et ce, sans encourir de réactions désobligeantes. C'est une règle du jeu; si vous intervenez dans la discussion, c'est que cette intervention vous semble appropriée. D'accord?

Un élève : Si nous renonçons aux gadgets électriques et tout ça, voyons donc, nous reviendrons au temps des pionniers. Il faudrait envisager d'autres moyens, car je ne pense pas que les gens soient prêts à abandonner tout ça, actuellement.

Un élève : Si nous le faisions, supposons qu'on le fasse, puis que, tout à coup, nous ne soyons plus d'accord et que nous voulions changer... (inaudible).

Un élève : Je crois que nous devons trouver encore d'autres moyens d'économiser l'énergie, car si nous y parvenons, nous aurons assez d'énergie pour nos besoins et nous n'aurons pas à habiter des cabanes de bois rond.

M. Sills : Parfait. (La discussion se poursuit avec la participation de nombreux étudiants.)

Plus tard, au cours d'une entrevue, j'ai parlé de cet épisode avec M. Sills :

M. Kilbourn : L'autre jour, des élèves ont apporté de bonnes observations, mais d'autres ont voulu s'en moquer (et vous leur avez dit) : « Hé! minute! Je ne veux pas de ça ici. » Intervenez-vous souvent à propos du déroulement de la discussion?

M. Sills : Assez souvent. Oui. En particulier, lorsque je crois que le comportement de certains élèves peut être néfaste à l'ensemble de la classe. Si je vois qu'un tel comportement persiste, j'interviens pour mettre les choses au point, parce que je... enfin, je crois tout simplement que je ne peux pas accepter ce genre de comportement en classe. Si je suis intervenu, ça procure également à l'élève qui a exprimé son idée un certain sentiment d'importance. Mais souvent, les jeunes sont humiliés, vous savez. Sans le vouloir, je crois que j'ai vexé Barbara ce jour-là. Ce n'était pas vraiment mon intention...

Ces questions de rapports humains s'étendent, bien sûr, au-delà de l'interaction en classe, et il est évident que Ron Sills aime les élèves et qu'il leur consacre beaucoup de temps en dehors des cours. Il s'occupe des jeux électroniques et du comptoir des rafraîchissements lors des soirées de danse, il épaule la formation musicale de l'école, il est en train de monter un club d'informatique et il réfléchit aux propositions de certains élèves, qui lui ont demandé de les aider à fonder un club de construction de fusées. J'ai mentionné à M. Sills que tout le secteur des sciences semblait très actif sur le plan des loisirs :

> « Eh bien! n'oubliez pas que nous sommes d'abord des éducateurs dans le sens général du terme, et des professeurs de sciences ensuite. Dans le cas présent, nous sommes tous les trois – Bill, Steve et moi – des personnes qui s'intéressent en quelque sorte aux activités sociales, ce qui est formidable. Nous sommes très engagés dans l'organisation des loisirs de cette école. »

Neuvième année

La cloche sonne. Les corridors s'animent tandis que les élèves se rendent en classe. Bill Larson est debout devant sa porte, à l'extérieur de la salle

de cours, pendant que les élèves de la classe « A » commencent à arriver. En entrant, ils ramassent aussitôt une fiche d'activités sur le coin de la table du professeur, s'en vont directement à leur place, commencent à lire les instructions et se mettent à transcrire les questions dans leur cahier de notes. M. Larson entre et lit à haute voix les instructions. Celles-ci portent habituellement sur la marche à suivre. Puis, la classe se met au travail, divisée en huit groupes de quatre élèves chacun. D'habitude, les élèves se rendent aux tables de laboratoire (disposées le long des deux pièces qui forment la salle de cours), où M. Larson a placé tous les accessoires nécessaires à la réalisation de l'expérience. Une fois que les élèves se sont mis au travail, M. Larson va de groupe en groupe et répond aux questions des élèves ou les aide à résoudre leurs problèmes. Il se livre également aux contrôles habituels, vérifiant auprès des élèves les travaux qu'ils ont à lui remettre ou portant à leur fiche ceux qu'ils ont faits. Quelques élèves proposent que la classe entretienne des plantes, garde plusieurs petits animaux et s'occupe d'une station météorologique. Une fois l'expérience terminée, les élèves regagnent leur pupitre et se mettent à tracer les schémas et à répondre aux questions. Parfois, mais c'est inhabituel, la classe s'engage dans une brève discussion portant sur l'expérience réalisée. Peu avant la fin du cours, M. Larson demande aux élèves de nettoyer les tables. Chaque groupe replace les accessoires sur sa table, en préparation du cours suivant, et un élève ramasse les feuilles d'exercices, les compte et les dépose sur le coin de la table du professeur. Les élèves retournent ensuite à leur place et s'assurent que rien ne traîne sur le plancher. La cloche sonne. Comme dans ses autres classes, M. Larson dirige celle-ci avec efficacité et ses élèves sont disciplinés.

Bill Larson est le chef du secteur des sciences à McBride. Tous les jours, il donne un cours de mathématiques à la 8e année et cinq cours de sciences générales à la 9e. M. Larson enseigne depuis douze ans. Pendant quelques années, il a été professeur au deuxième cycle, mais il préfère le premier cycle; il estime en effet que, dans l'ensemble, les élèves sont moins habitués à la routine et que, par conséquent, ce milieu est plus animé. M. Larson est détenteur d'un diplôme de 1er cycle en mathématiques et sciences, et il prépare actuellement une maîtrise en Éducation, avec spécialisation en « éducation environnementale ».

Objectifs

À titre de chef du secteur des sciences, M. Larson joue un rôle très important dans l'élaboration du programme d'études scientifiques à McBride, d'autant plus que Ron Sills et Steve Henning sont de nouveaux venus. Par exemple, c'est à lui qu'on doit les fiches d'activités comme instrument pédagogique standard pour les trois années du 1er cycle. L'utilisation de ces fiches d'activités cadre bien avec les convictions de M. Larson, qui est d'avis que le plus important est de faire participer les élèves et de les amener à aimer ce qu'ils font. Je lui ai demandé ce qu'il trouvait important de communiquer aux élèves et pourquoi il enseigne de cette façon :

« Je suppose qu'il s'agit simplement d'amener les jeunes à s'intéresser à la matière. Je crois qu'ils apprennent en exécutant des travaux et en participant à des expériences. Si je pense à mes plus grandes joies, ce sont celles que me procurent le sentiment d'avoir pris part à une réalisation, les choses que j'aime faire et les domaines où je réussis. »

Parallèlement à la participation et à la réussite, M. Larson accorde une très grande importance à l'acquisition du sens de la responsabilité. À une occasion, il m'a parlé des messages implicites qu'il livre aux élèves, en ce qui touche leur responsabilité :

M. Larson: Je ne leur (les élèves) ai même pas dit. J'aurais pu glisser, hier, à l'improviste : « Ah, oui! au fait, vous devez me remettre vos notes demain. » Mais je n'ai pas insisté là-dessus. Ils connaissent, à quelques jours près, les dates de remise des travaux d'ici à la fin de l'année; c'est-à-dire qu'ils sont en mesure de les prévoir. Ils savent également quand les examens auront lieu. Autrement dit, je ne changerai pas la formule des fiches d'activités, d'ici à la fin de l'année.

M. Kilbourn : Cela découle, si je comprends bien, de l'objectif que vous visez continuellement : permettre aux élèves d'acquérir le sens de la responsabilité. D'après ce que j'ai pu constater, vous êtes assez persévérant dans cette voie.

M. Larson: Je suppose que cela vient de ma philosophie de l'enseignement s'adressant aux jeunes. Que je veux les amener à assumer la responsabilité de leurs propres actes. Je crois que notre société en général se porterait beaucoup mieux si nous nous sentions tous responsables de nos propres actions. J'estime qu'il y a trop de gens qui « se défilent » et je ne pense pas que je rendrais service à un jeune si je le laissais partir sans, au moins, l'avoir fait réfléchir à tout cela. Au fond, je suis un brave type. Sous mes airs d'ours mal léché, je suis un vrai brave type. (Extrait d'une entrevue ultérieure :) J'ai toujours accordé une grande importance à la sociabilité, en particulier sur le plan de la coopération et du sens de la responsabilité. Je suis enseignant et les sciences ne sont que le véhicule de mon enseignement.

J'ai observé M. Larson tout au long de ses cours portant sur le module intitulé « Le fonctionnement de l'animal »; il s'agissait là du deuxième module de l'année, après celui des plantes vertes. M. Larson m'a fourni les premières données suivantes :

« Je veux les amener à connaître les notions et les principes élémentaires. Je veux qu'ils comprennent ce qu'est la digestion, la respiration. Nous ne ferons qu'aborder le système circulatoire. Mais cela s'inscrit dans mon plan de programme pour toute l'année. Autrement dit, les élèves comprendront mieux les autres modules s'ils acquièrent les rudiments au début de l'année. Le premier trimestre sert en quelque sorte d'introduction – acquérir une bonne expérience, manifester un intérêt, se plonger dans la matière. Bref, je veux que mes élèves, après

avoir étudié ces deux premiers modules au premier trimestre, aient une idée assez exacte de la façon dont fonctionnent les plantes vertes et les animaux. Après, nous pourrons continuer. »

(Extrait d'une entrevue ultérieure) « J'ai essayé d'agencer les modules de façon à atteindre un point culminant à la fin de l'année, alors que nous emmènerons les élèves à l'extérieur et que nous nous livrerons à des expériences sur l'environnement et à d'autres activités de ce genre. Si vous examinez le programme de l'année, cela a tout l'air d'un cours d'écologie; c'est d'ailleurs le thème pour toute l'année. »

Fiches d'activités, rythme d'enseignement et contrôle

Les fiches d'activités constituent le principal moyen d'atteindre les objectifs relatifs aux sciences et, en particulier, ceux du module à l'étude. M. Larson est bien organisé; ses dossiers contiennent des fiches d'activités pour presque tous les jours de l'année scolaire. La durée prévue de chaque exercice est de 40 minutes. Dans environ 80 % des cas, ces fiches font appel à une expérience de laboratoire; le reste provient d'autres sources (comme des films) ou d'imprimés (comme un un manuel). Normalement, les élèves doivent copier ces fiches (M. Larson s'inquiète du fait que les élèves consacrent tant de temps à la copie des fiches d'activités et il incite constamment ceux-ci à passer aux activités mêmes. Il signale qu'il préférerait fournir une copie à chaque élève mais que le budget du secteur ne peut supporter cette dépense).

Un observateur ne peut s'empêcher de remarquer le rythme rapide de la plupart des cours, rythme imposé par la charge de travail de l'élève et, de façon plus générale, par la matière au programme de l'année, tel qu'établi par le ministère de l'Éducation.

« Je ne sais pas ce qu'il adviendra l'an prochain, mais, depuis deux ou trois ans, l'augmentation de la charge de travail des élèves de 8e et de 9e années est assez considérable. Je crois que cela est dû soit au fait qu'ils sont trop jeunes pour avoir une méthode de travail, soit au fait que personne ne s'est soucié de leur en inculquer une... De temps en temps, la période de 40 minutes serait peut-être suffisante pour permettre aux jeunes de répondre parfaitement aux questions de la fiche d'activités, mais on demande toujours plus aux élèves des classes avancées. Cette situation fait que, pendant les cours, vous n'avez jamais le temps de terminer vraiment le travail entrepris. »

Le manque de temps est un facteur qui nous aide à comprendre plusieurs particularités propres à la classe « A ». Tout d'abord, les résultats ou le contenu des activités ne donnent habituellement pas lieu à une discussion générale, pas plus qu'on ne discute des leçons à venir. Deuxièmement, d'après mes observations du moins, les élèves ont tendance à poser des questions sur la marche à suivre (par exemple, comment s'y prendre pour terminer leur travail) plutôt que des questions plus générales sur la matière. (Les élèves de la classe « A » semblent poser ce genre de questions en dehors

des cours; ils viennent souvent, de leur propre chef, consulter M. Larson à son bureau, après la classe.) Troisièmement, même si M. Larson ne donne jamais de devoirs, comme tels, à faire à la maison, les élèves des classes avancées sont enclins à ébaucher leurs travaux (en particulier les dessins) en classe et à les compléter ensuite au propre, à la maison. Finalement, les élèves de la classe « A » sont toujours en train de travailler.

> « Je n'ai pas beaucoup d'exigences – comme un tas de petites règles à faire observer. La seule grande règle que je mets en application, c'est que lorsque vous êtes ici vous devez travailler. J'estime qu'il y a un temps pour jouer et un temps pour travailler. Il faut savoir établir une démarcation entre le plaisir de s'amuser et le plaisir d'apprendre. Je crois que les jeunes peuvent avoir beaucoup de plaisir tout en se livrant à des activités enrichissantes. J'essaie donc de leur fournir tous les outils possibles et je les laisse simplement aller et travailler avec cela. »

En fait, M. Larson exerce un contrôle total sur ses classes, notamment en matière de discipline. À ce chapitre, il est évident qu'il mène la barque.

> « Cela n'a jamais été mon genre de jouer les durs. (Mais il faut) dire au jeune qu'on le désapprouve, qu'il agit mal : "Écoute, mon garçon, je n'ai rien contre toi personnellement, mais tu te conduis actuellement en imbécile. Surveille tes agissements quand tu es en classe; ta conduite est déplacée. Maintenant, remettons-nous au travail."Cette attitude m'a toujours réussi. »

L'encadrement des élèves représente une autre facette du contrôle de la classe. Dans le cas présent, compte tenu de l'instrument de base que constituent les fiches d'activités et de la méthode de « comptabilisation » des notes, il est clair que M. Larson exerce un contrôle formel et tacite sur le travail de ses élèves et qu'en vertu de l'importance qu'il attache au sens de la responsabilité, il s'attend à ce que ce travail soit fait.

Activités parascolaires

Les activités parascolaires de Bill Larson découlent en partie de l'intérêt qu'il manifeste pour le développement de la sociabilité. La haute estime dont il jouit auprès des élèves est manifeste et, du moins en partie, fonction du temps qu'il veut bien leur consacrer en dehors de la classe. M. Larson participe aux joutes de hockey professeurs-élèves et aux excursions organisées (une semaine de camping et une semaine avec les élèves du niveau général dans un centre d'interprétation); il s'occupe en outre des soirées dansantes, dirige l'équipe des élèves chargés du matériel audio-visuel, le club de photographie et les aînés responsables de la discipline.

M. Larson: Je n'ai fait que regarder autour de moi et identifier des besoins. Ensuite, je me suis servi de cela pour faire participer les jeunes. En dehors des cours, je peux faire quelque chose avec eux. Autrement dit, on peut se détendre lorsqu'on n'est qu'avec un groupe restreint de jeunes. On peut avoir du plaisir, leur

parler comme à des amis et non comme à des élèves. Lorsque vous vous trouvez en classe, devant 33 élèves, vous devez garder une certaine distance. Vous ne pouvez pas vous permettre d'être trop près d'eux, car ils vont tout simplement vous écraser. Aussi, vous devez jouer les durs également. Avec un petit groupe, par contre, vous pouvez en quelque sorte faire preuve de plus de souplesse et vous détendre. De plus, je crois que le fait de comprendre ces jeunes m'aide à comprendre les autres également.

M. Kilbourn : Y a-t-il de vos élèves du niveau général qui font partie de l'un de ces groupes?

M. Larson: Pas cette année, mais cela n'est dû qu'au hasard. Il y en avait l'an dernier. Trois ou quatre jeunes du niveau général. Cependant, le problème avec ces jeunes du niveau général est que ces activités empiètent sur leurs études. Et comme les autres professeurs en font toute une histoire, ça n'en vaut tout simplement pas la peine. Par exemple, si je demande à un élève de prendre une photo à 3 h et qu'il ait un cours de dactylographie à cette heure-là, je ne peux l'exempter du cours et le programme des activités parascolaires en souffre.

Enseignement - Classe « A »

La classe de trente-deux élèves que j'ai observée se présente comme un groupe attachant, homogène et ambitieux sur le plan des études. Un certain nombre de responsables de la discipline à l'école se retrouvent parmi ces élèves et des volontaires s'occupent des plantes, des animaux et la station météorologique qu'on trouve dans la classe de M. Larson. J'ai discuté avec ce dernier de la différence entre sa classe « A » et ses deux autres classes avancées :

> « Les élèves de la classe "A" ont été triés sur le volet. Il s'agit de la classe de musique instrumentale, vous savez. Depuis toujours, les élèves de la classe "A" sont ceux qui font partie de l'orchestre et, dans l'ensemble, des élèves plus intelligents que ceux des autres classes avancées. (Dans le cas des élèves de la classe "A",) vous pouvez les intéresser (à leur travail) et ils sont capables de le faire au complet. Dans les autres classes avancées, la moitié des jeunes vont commencer à flancher peut-être dix minutes avant la fin du cours. »

J'ai assisté à presque tous les cours du module consacré aux « fonctions animales ». On trouvera, au tableau IV.1, une liste des fiches d'activités qui ont été remises chaque jour aux élèves; toutes ont été préparées par M. Larson. Les fiches d'activités qui ne sont accompagnées d'aucune indication comportaient toutes un questionnaire auquel les élèves devaient répondre par écrit, une expérience à effectuer en laboratoire et un dessin à faire.

J'ai choisi plusieurs extraits afin de fournir un aperçu du fonctionnement de la classe. Comme je l'ai déjà indiqué, M. Larson exerce un contrôle

Tableau IV.1 – Titre des fiches d'activités sur « Les fonctions animales »	
1. Comment respirent les organismes vivants	(diapositives)
2. Calcul du pourcentage d'oxygène dans l'air que nous respirons	
3. Système respiratoire de la sauterelle	(dissection)
4. Organes de la respiration chez l'homme	(travail individuel à l'aide du manuel)
5. Système digestif du lombric	(dissection)
6. Système digestif de la grenouille	(dissection)
7. Système digestif de la perche	(dissection)
8. Expérience sur la réduction des sucres	
9. Expérience sur la présence des lipides (corps gras)	
10. Expérience sur la présence des protéines	
11. Expérience sur la teneur en eau des aliments	
12. Tube digestif – Nutrition	(film, aucun dessin)
13. Tube digestif – Glandes et sécrétions	(film, aucun dessin)
14. Tube digestif – Digestion	(film, aucun dessin)
15. Nutrition et énergie	(travail individuel à l'aide du manuel)
16. Identification du groupe sanguin	
17. Circulation	(travail individuel à l'aide du manuel)
18. Composition du sang	(travail individuel à l'aide du manuel)

total sur ses classes; c'est pourquoi ses cours se sont déroulés la plupart du temps dans l'ordre et le calme. Il adopte constamment cette attitude, même dans le cas de la classe « A ». Par exemple, M. Larson a abordé l'exercice n° 3, sur le système respiratoire de la sauterelle, en expliquant longuement aux élèves ce qu'ils allaient faire et en quoi consistait le sujet à l'étude. Puis il a enchaîné avec ce qui suit :

> « Il s'agit aujourd'hui de votre première expérience de dissection. Vous en tirerez avantage dans la mesure où vous y aurez mis des efforts. Comme je vous l'ai dit, cela n'est pas facile. Vous devrez bûcher ferme. J'ai deux points à souligner en ce qui concerne les dissections – car nous en ferons deux autres encore. Tout d'abord, vous devez faire preuve d'un certain regret. Je ne veux voir personne s'amuser avec les épingles. Compris? À moins, bien sûr, que je ne vous demande d'épingler le spécimen et de le disséquer. Je ne veux voir personne éparpiller dans la classe les parties disséquées ou manquer de respect envers le spécimen. Bon. De plus, comme il s'agit de votre première dissection, je tiens à établir certaines règles. Si je surprends l'un d'entre vous à faire le bouffon pendant l'expérience, à éclater de rire, à crier

ou à se comporter mal d'une quelconque façon, il devra retourner à sa place pour le reste du cours. Compris? L'expérience sera terminée pour lui. D'accord? Je veux que vous abordiez cette nouvelle activité de la même façon que tous les autres exercices que vous avez eus à faire cette année. Y a-t-il des questions? »

Le lendemain, la classe passe à l'exercice nº 4, portant sur les organes de la respiration chez l'homme. Installés à leurs pupitres, les élèves doivent lire trois pages du manuel, puis répondre par écrit à des questions (par exemple, expliquer la fonction des organes du système respiratoire : le nez, le pharynx, la trachée, les bronches, les poumons). M. Larson a surtout recours au manuel comme ouvrage de référence. Lorsqu'ils travaillent à leurs pupitres, les élèves consultent d'habitude des passages précis ou des schémas figurant dans le manuel. Les élèves m'ont avoué qu'il leur arrivait rarement de lire les extraits du manuel, à moins que M. Larson ou les instructions des fiches d'activités ne l'exigent. Quoique M. Larson ne soit pas porté à s'adresser à l'ensemble de la classe, sauf pour les questions touchant la marche à suivre, il se promène dans la classe et répond volontiers aux questions de chacun. Voici un exemple :

Un élève : J'essaie de déterminer quelle est la fonction de la... trachée, si c'est bien comme ça qu'on l'appelle.

M. Larson : La trachée?

L'élève : Oui.

M. Larson : Bon. Pour commencer, où est-ce que cela se trouve?

L'élève : Dans le conduit respiratoire?

M. Larson : Exact.

L'élève : C'est la même chose?

M. Larson : Oui, la même chose...Rappelle-toi. La trachée est située dans le conduit respiratoire et va du fond de la gorge au point de jonction des deux bronches. Tu te souviens de l'expérience de dissection d'hier, où vous avez examiné les conduits qui constituent la trachée de la sauterelle?

L'élève : Ah, oui.

M. Larson : Ces conduits relient les organes sphériques aux poches internes. Ce n'est que la « tuyauterie ». L'air parvient à l'intérieur du corps par l'organe respiratoire.

Au début du cours, M. Larson a fait part aux élèves de certaines observations sur la charge de travail, qui découlaient des entretiens qu'il a eus avec les parents lors de la soirée de rencontre :

« Vous savez, vos parents me demandent : "Est-ce normal?" Et je leur réponds toujours : "Oui". Rappelez-vous, au début de l'année, je vous ai expliqué que vous auriez beaucoup plus de travail que l'an dernier. Comme vous êtes engagés dans un programme avancé, nous allons vous submerger de travaux et vous devrez en faire une bonne partie à la maison. Votre sens de l'organisation est de plus en plus développé, vous êtes en mesure de voir quels sont les travaux qui doivent être faits en classe et quels sont ceux que vous pouvez faire à la maison...Vous êtes au secondaire, maintenant. En 9e année. Alors,

vous savez, cela change bien des choses. La charge de travail devient un peu plus lourde, en particulier dans le cas des programmes avancés. Donc, ne vous découragez pas. D'accord? J'estime que vous faites du bon travail, d'après vos cahiers de notes et vos travaux quotidiens. Et cette observation générale s'adresse à tous. »

Le lendemain, la classe passe à l'exercice n° 5, portant sur le système digestif du lombric. La fiche d'activités qui leur est remise, et qui fournit un bon exemple des exercices proposés dans le cadre du présent module, figure au tableau IV.2. Plus tard, à l'occasion d'une entrevue, M. Larson expliquera que les questions de « rappel », qui apparaissent sur les fiches d'activités et dans l'examen final, ne touchent que les premiers modules, dans lesquels il essaie de jeter les bases du programme du 2e semestre, programme qui comportera l'étude de sujets plus complexes (comme les rapports sur le plan de l'écologie) et qui fera appel à un processus d'apprentissage plus compliqué. Les deux autres expériences de dissection (la grenouille et la perche) se rapportent également au système digestif. Pour en revenir à la fiche d'activités d'aujourd'hui, la mention « Niveau 5 seulement » indique que la question qui suit ne s'adresse qu'aux élèves des classes avancées. Tous les élèves reçoivent les mêmes fiches d'activités, mais seuls les élèves des classes avancées répondent aux questions de la partie réservée au niveau 5. Lorsqu'il circule dans la classe, M. Larson retourne souvent à l'élève sa propre question; on pourrait dire que, dans une grande mesure, les rapports qu'il entretient avec les élèves consistent à les encourager et à maintenir une interaction.

Tableau IV.2 - Fiche d'activités

Activité n° 5 - Les fonctions animales

Système digestif du lombric (ver de terre)

1. À l'aide d'une paire de ciseaux pointus, couper le ver de la bouche à l'anus.
2. En se servant des épingles, ouvrir le ver sur toute sa longueur.
3. D'après les schémas, les modèles et le manuel, repérer les parties suivantes du système digestif : le pharynx, l'œsophage, le jabot, le gésier et l'intestin.
4. Exécuter un dessin représentant le système digestif tel qu'il apparaît dans le plateau. Identifier les différentes parties.

Niveau 5 seulement

1. Montrer comment le ver digère les aliments, en indiquant en regard des parties mentionnées au n° 3 ci-dessus la fonction de chacune et en fournissant des explications.

M. Larson : (S'approchant d'un groupe d'élèves) Dites donc, docteur, c'est de la belle chirurgie, ça.

Jill : (Rires)

Brenda : Allons, il faut dessiner cela maintenant.

M. Larson : Commencez par repérer et identifier les parties.

Bien que M. Larson fasse parfois allusion à un exercice précédent (« Tu te souviens de l'expérience de dissection d'hier, où vous avez examiné la

trachée de la sauterelle? »), il semble peu enclin à présenter aux élèves un exposé oral qui assure la transition entre un système organique et un autre, dans le cadre des exercices proposés. Comme il le soulignait lui-même dans une entrevue, ces transitions sont, pour la plupart, implicites dans l'ordre logique des exercices.

> « En jetant un coup d'oeil à leur (cahier de notes) et en le feuilletant, les jeunes devraient être en mesure de constater que nous avons vu le système respiratoire, les organes de la respiration, le système digestif et tout cela; que nous en avons examiné et dessiné les parties anatomiques; et que nous allons aborder maintenant la digestion organique. »

Les quatre expériences sur les aliments (exercices 8 à 11 inclusivement) ont considérablement ralenti le rythme des cours et allégé la charge de travail des élèves. Bien qu'il s'agisse d'expériences simples à réaliser et n'exigeant que quelques minutes de travail de la part des élèves (la plupart les ont terminées en dix ou quinze minutes et ont passé le reste de la période à discuter entre eux à voix basse), M. Larson ne leur donne à dessein qu'une expérience (activité) par jour, afin de leur accorder un moment de répit. Les trois exercices suivants, qui font appel entre autres à la projection de films traitant du tube digestif, ramènent la charge de travail à des proportions plus considérables. Ces films et les exercices qui s'y rapportent présentent une quantité de termes scientifiques (par exemple, « Définir chacun des termes suivants : pepsine, acide chlorhydrique, cryptes gastriques, rugosités, chyme et rénine. »). Dans ces circonstances, M. Larson lit les feuilles d'exercices devant la classe et répond aux questions des élèves :

Un élève : Qu'est-ce que la cellulose?

M. Larson : Après avoir vu le module sur les plantes vertes tu me poses cette question? Pense à une plante typique du Canada. De quelle substance est-elle faite?

L'élève : Oh! oui.

La veille de l'examen à choix multiples (par exemple : « Le petit tube qui va du pharynx à l'estomac de la grenouille s'appelle : a) la bouche, b) l'oesophage, c) la trachée, d) le gosier »), M. Larson fait la récapitulation du module en revoyant chacune des fiches d'activités. Voici un extrait de cette période de révision :

> « Numéro cinq : système digestif du lombric. Vous avez disséqué le spécimen. Vous avez repéré la pharynx, l'oesophage, le jabot, le gésier, les intestins. Et dans le cas du niveau 5, vous avez expliqué la fonction de chacun de ces organes dans la digestion. D'accord? Vous devriez donc avoir une notion de la fonction du pharynx et de l'oesophage. Vrai? Ensuite, vous vous rendez compte que, d'un organisme à un autre, ces termes désignent habituellement les mêmes organes – ah! tiens! – et que ceux-ci remplissent habituellement les mêmes fonctions. Donc, si nous parlons de l'oesophage du ver de terre et de l'oesophage de l'homme, il y a probablement un rapport entre les deux organes. En effet, nous utilisons alors le même mot, épelé de la même façon et possédant, dans les deux cas, le même sens ou à peu près.

Par conséquent, si vous avez répondu que l'œsophage est, chez le ver, le conduit qui relie la région du pharynx au jabot, il est probable que certaines caractéristiques de cet organe se retrouvent chez d'autres organismes.

Donc vous pouvez constater que le système digestif de l'homme comporte un œsophage et que celui-ci consiste en un conduit qui va de la région de la bouche à la région de l'estomac. Or, le ver de terre n'a pas d'estomac. Mais, si vous avez jeté un coup d'oeil à la définition de ces organes, vous avez probablement découvert une partie qui pourrait remplir la fonction d'un estomac rudimentaire.

N'oubliez pas que le ver de terre n'est pas un organisme très évolué. Il ne correspond pas tout à fait à ce que nous pourrions appeler les organismes supérieurs dans l'échelle de l'évolution. Au fait, quels sont ces organismes supérieurs? Vous avez compris. C'est bien nous. Nous, ainsi que d'autres animaux comme nous, comptons parmi les organismes les plus complexes. Bien.

Quelle est la forme de vie animale la plus simple? Si vous partez de l'homme et des organismes supérieurs et que vous descendez en passant par les divers paliers de l'évolution, que trouverez-vous au bas de l'échelle? Les organismes unicellulaires, n'est-ce pas? Mais qu'un organisme ne possède qu'une seule cellule ou qu'il en compte des millions, il a toujours besoin de se nourrir et de se débarrasser des déchets, bref, de digérer sa nourriture. Il doit d'abord ingérer celle-ci, que ce soit en l'avalant par la bouche ou simplement en s'agglutinant autour pour l'absorber; le principe reste le même. Numéro six : ... »

Difficile et dense, mais intéressant

En conclusion, je citerai certains passages extraits des réponses des élèves à la question : « Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre le programme des sciences de la 9e année et celui que vous avez suivi en 8e? » (Les lecteurs se souviendront que ces élèves n'ont eu *ni* Steve Henning *ni* Ron Sills comme professeurs en 7e et en 8e année.)

Élève nº 1 : C'est tellement plus difficile et il y a plus de travail. Les sujets sont nouveaux, de sorte que nous ne savons jamais ce qui va venir ensuite. (En 8e année,) nous savions chaque jour ce que nous allions faire, à moins que le professeur ne décide d'aborder un sujet différent. Et, par exemple, les questions étaient plus faciles et la charge de travail moins lourde. De plus, si vous n'aviez pas complété un travail, le professeur disait « Bon, ça va ». Autrement dit, il s'en foutait. Pourvu que la majeure partie du travail ait été faite, le reste n'avait pas d'importance. Il ne vérifiait pas nos cahiers de notes ou quoi que ce soit. Nous n'avions que des examens à passer, en 8e année.

Élève nº 2 : J'ai trouvé la 8e année assez facile et je n'ai pas eu beaucoup de problèmes. Le plus dur, c'était d'étudier, car le profes-

seur exigeait que nous apprenions les définitions et que nous traçions des schémas. Je crois que ce que j'ai trouvé le plus dur, jusqu'à présent, dans le programme des sciences de la 9e année, ce n'est pas tant la difficulté de la matière que la quantité de travail à abattre.

Élève nº 3 : En 8e année, nous pouvions faire à peu près n'importe quoi: le travail en sciences dépendait surtout du professeur, tandis qu'en 9e année, il dépend surtout de chacun.

Élève nº 4 : Plus de travail. En plus détaillé. Plus de responsabilités. Il faut comprendre. Il y a plus de détails, le professeur fournit plus d'explications et le travail est plus considérable... Dans un sens, c'est mieux, car nous en apprenons beaucoup plus...

Élève nº 5 : Nous avons beaucoup de travail et celui-ci est plus dense. De plus, nous devons respecter certains délais. C'est plus condensé. C'est beaucoup plus intéressant...

V. Le programme de sciences au premier cycle du secondaire de l'école Northend

P. James Gaskell

Située dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique, l'école secondaire Northend est un établissement d'enseignement de grandes dimensions, en milieu urbain, qui offre le programme d'études secondaires de la 8e à la 12e année.* La présente étude porte essentiellement sur le programme de sciences du premier cycle des études secondaires (8e, 9e et 10e années). Nous nous y sommes intéressés notamment parce qu'un document publié en 1978 sous le titre *British Columbia Science Assessment Summary*[1] (Compte rendu sommaire d'évaluation du programme de sciences en Colombie-Britannique), déplorait le pourcentage élevé des élèves de 11e et de 12e années qui s'abstenaient de suivre les cours de sciences après avoir terminé le programme d'études secondaires du premier cycle. L'une des principales recommandations de cette étude suggérait de réviser en profondeur le programme de sciences au niveau secondaire du premier cycle.

Le présent document n'est pas une évaluation du programme d'études secondaires du premier cycle offert à Northend. Nous n'avons recueilli aucune donnée quant aux résultats de ce programme et nous ne portons aucun jugement sur ses objectifs. Cette étude cherche à décrire ce qui est

*L'auteur désire remercier tout particulièrement Gaalen Erickson de toute l'aide qu'il a apportée à l'élaboration de cette recherche et au choix de l'emplacement.

offert aux élèves et à faire comprendre le contexte dans lequel le programme est donné. Elle examine le contexte du point de vue des enseignants et décrit quelques-uns des facteurs sociaux et institutionnels qui ont une incidence sur le contenu du programme. Nous avons cherché plus particulièrement à souligner ce qui caractérise l'ensemble des enseignants plutôt que ce qui distingue chaque individu.

L'école Northend

L'école Northend est située à proximité d'une zone industrielle et commerciale à forte densité de population où la majorité des habitants font partie de la classe ouvrière. Contrairement aux habitants d'autres quartiers de la ville, ceux du secteur nord de Vancouver sont généralement moins riches, ont un niveau de scolarité moins élevé et l'anglais n'est pas leur langue maternelle. En général, les loyers y sont moins élevés, le nombre de leurs occupants est plus grand et les équipements collectifs comme les parcs, les garderies, les bibliothèques et les hôpitaux sont moins nombreux.

Les habitants de cette communauté sont d'origines ethniques diverses. Les familles peuvent être installées au Canada soit depuis quelques jours, quelques mois ou depuis toujours. Environ 60 % des élèves parlent une autre langue que l'anglais au foyer. Le dernier compte rendu d'évaluation externe de l'école résume bien la relation qui existe entre l'école et la communauté.

> « En résumé, l'école jouit du respect de la communauté en raison de ses nombreux programmes d'enseignement, de ses diverses méthodes de communication, de son intégration à la vie sociale grâce aux chorales, orchestres, spectacles et aux projets de Community Recreation 12 auxquels participent les élèves, et de son attitude positive à l'égard des plaintes. De plus, les efforts de l'école pour accroître la participation au comité "école/communauté" se sont traduits par l'appui déterminé d'un petit groupe de parents. L'appui de la communauté se manifeste également par un certain nombre de bourses d'études et de bourses d'entretien accordées tant par des personnes que par des organismes. »

Une partie des installations de l'école a plus de 50 ans et on a ajouté une aile importante il y a environ 20 ans. La plupart des laboratoires se trouvent dans la section la plus récente. Même si le nombre d'inscriptions diminue lentement (il est passé de 2 300 à 1 700 au cours des dernières années), l'espace est restreint et l'école doit utiliser plusieurs unités démontables.

À Northend, l'année scolaire est divisée en semestres et la plupart des cours s'étendent sur une demi-année scolaire. Chaque période de cours dure 57 minutes et les professeurs enseignent quatre périodes sur cinq, chaque jour. Alors que les cours dans le système sans semestres sont répartis sur 120 heures, ceux qui sont organisés en semestre doivent être répartis sur 95 heures. (L'incidence de cette organisation sur le programme de sciences est expliquée plus loin.) Cependant, le système des semestres

permet d'offrir aux élèves un plus large éventail de cours et de matières facultatives. Le répertoire des cours de Northend offre environ 200 cours différents.

Même si les élèves ne sont pas répartis par voies, on utilise l'appellation « modifiée » pour l'une des cinq classes de 8e année, l'une des six classes de 9e année et l'une des quatre classes de 10e année de sciences générales. L'ordinateur établit l'horaire de groupe des élèves.

De façon générale, le respect réciproque caractérise les relations professeurs-élèves. Comme le disait un professeur de sciences au cours d'une conversation à bâtons rompus entre deux cours :

> « Ici les jeunes sont gentils, surtout si on les traite avec respect. Certains enseignants s'attendent au pire, les traitent fort mal puis se demandent ensuite pourquoi les élèves saccagent leurs voitures et leur mènent la vie dure. »

Les enseignants qui s'attendent vraiment au pire de la part des élèves semblent ne constituer qu'une minorité. Je n'en ai pas rencontré un seul au cours de mes nombreux entretiens à l'heure des repas ou pendant mes observations en classe de sciences. J'ai observé des signes de déception, mais aucun signe d'hostilité.

Pendant mes observations en classe de sciences, j'ai pu constater de diverses façons l'atmosphère positive qui régnait dans l'ensemble de l'école. Par exemple, les enseignants n'hésitaient pas à laisser leurs élèves travailler seuls s'ils devaient s'absenter momentanément de la classe. Au cours d'une séance d'observation dans la classe « modifiée » de M. Daley, après que les élèves se furent mis au travail, nous sommes allés discuter dans son local de préparation et, par la suite, M. Daley s'est rendu à son bureau pour faire reproduire des documents. J'ai également parlé avec M. Green dans son local de préparation, porte fermée pendant toute une période, tandis que ses élèves travaillaient seuls en silence. De façon générale, les enseignants estiment ne pas avoir à constamment surveiller leurs élèves et à les talonner pour qu'ils travaillent ou se conduisent convenablement. Ils ont la volonté bien arrêtée de créer un climat de confiance. Dans cette optique, ils prennent des risques et n'échappent pas à certains dilemmes. Alors que nous allions prendre un café pendant la pause du matin, M. Foley a réussi à bien exprimer les tensions existantes. Il n'avait pas fermé la porte de sa classe pour que les élèves puissent aller et venir. « Je ne ferme pas la porte à clé mais je n'aime pas le faire pour longtemps, surtout à cause des animaux. Dans le fond les jeunes sont gentils, mais on ne sait jamais ce que quelqu'un pourrait faire à l'une des grenouilles ». Cette observation illustre bien le dilemme : faire confiance aux élèves et devoir s'inquiéter des conséquences d'un geste malheureux que pourraient faire quelques élèves.

On n'a pas pu comparer directement les élèves de l'école Northend avec ceux des écoles de quartiers plus favorisés. Un professeur, arrivé depuis à Northend d'un quartier plus riche, a résumé la différence de la façon suivante :

« Tous les gens que je connais et qui ont enseigné dans les deux systèmes s'accordent à dire qu'ici les adolescents ont beaucoup plus les pieds sur terre et sont plus honnêtes; plus tapageurs aussi, et impolis sans le savoir. Ils ne s'amusent pas aux petits jeux auxquels se prêtent les adolescents des classes plus favorisées. Ils sont beaucoup plus directs à propos de tout et s'attachent beaucoup plus à vous ici. Ils viennent vous parler, avant ou après les cours, de sujets très variés et c'est une expérience que je n'ai jamais vécue ailleurs. J'ai l'impression que ma tête est pleine d'une foule de propos que je trouve même plutôt choquants. »

M. Arnold résume ainsi ses sentiments à l'égard des élèves du quartier : « J'aime les jeunes de cette partie de la ville. Ils sont durs; tout comme le diamant brut, ils ont besoin d'être polis. »

Cependant, même si à Northend les enseignants aiment et respectent les élèves, ils sont conscients que le milieu d'origine de nombre d'entre eux soulève des difficultés particulières. Le problème le plus courant est celui de la langue. Les enfants nés de parents canadiens, tout comme ceux nés d'immigrants récemment arrivés au pays, ont des difficultés avec l'anglais. Comme l'explique M. Foley :

« Ici les jeunes ne bénéficient pas du bagage linguistique qu'ont les élèves des autres écoles. Leurs travaux écrits et leur façon de s'exprimer sont d'une pauvreté indéniable et cela s'applique également aux enfants nés ici. »

M. Barnes a soulevé le problème des enfants qui comprenaient probablement les idées mais qui étaient incapables de transposer en anglais ce qu'ils avaient compris.

« Les jeunes viennent de divers milieux et un changement s'est produit au cours des dernières années. Aujourd'hui, il y a beaucoup d'élèves qui ne parlent pas très bien anglais. Les jeunes originaires de Hong Kong suivent de nombreux cours de science mais ils sont incapables de parler anglais. »

Mise à part la question linguistique, certains élèves subissent d'autres pressions parce qu'ils proviennent d'une communauté moins bien nantie. Un enseignant a déclaré que les élèves de 12e année à Northend, à quelques rares exceptions, avaient tous un travail rémunéré. Pendant un repas, un professeur en éducation spécialisée a mentionné qu'en raison de leur situation familiale, plusieurs élèves amènent leurs jeunes frères ou leurs jeunes soeurs à l'école pour s'en occuper. En 1981, comme l'indique le tableau V.1, le pourcentage d'élèves diplômés à Northend qui ont poursuivi leurs études au niveau postsecondaire ou universitaire (37,8 %) était légèrement inférieur à la moyenne de la ville (44,6 %) et nettement inférieur à celle d'une école de même importance située dans un quartier plus riche (66,2 %).

Tableau V.1 – Pourcentage de diplômés, en 1981, inscrits dans un établissement d'enseignement postsecondaire ou universitaire à l'automne de cette même année

	Collège communautaire	Université	Total
Northend	19,1	18,4	37,5
Moyenne de la ville	20,4	24,4	44,6
École de taille comparable dans un quarter plus riche	27,0	39,2	66,2

En résumé, le respect réciproque caractérise les relations professeurs-élèves à Northend. Les élèves originaires d'un milieu ouvrier où les groupes ethniques sont diversifiés éprouvent à l'école des difficultés qui reflètent l'attitude de la communauté. Ils parlent anglais avec moins de facilité et connaissent plus souvent des difficultés pécuniaires.Ils sont moins susceptibles de poursuivre leurs études à un niveau supérieur que les élèves des quartiers plus favorisés. Même si la vie à Northend se déroule sans trop de heurts, elle n'est pas dépourvue de moments cocasses (par exemple, le débordement régulier d'eau savonneuse dans l'évier d'un laboratoire chaque fois que les élèves du cours d'enseignement ménager mettent en marche le lave-vaisselle) ou d'instants d'inquiétude (par exemple, lorsqu'un pétard roule sous la porte d'un professeur de sciences pendant le visionnement d'un film). Affronter ce genre d'incidents isolés, qui se produisent dans la plupart des écoles fait partie du travail de l'enseignant.

L'enseignement des sciences à Northend

À Northend, un professeur de sciences donne quatre périodes de cours de 57 minutes chacune, cinq jours par semaine pendant environ 37 semaines. Chaque jour du semestre, le même groupe d'environ 30 élèves se présente à la même heure. Chaque enseignant a une période libre à la même heure tous les jours. L'enseignement comprend certaines tâches qui, pour être routinières, n'en sont pas moins exigeantes du point de vue intellectuel et émotif. Les tâches régulières inscrites à l'horaire rappellent que, tous les jours, les enseignants doivent préparer la matière à enseigner, noter les copies et composer avec un groupe hétérogène d'élèves plus ou moins bien disposés. Comme M. Foley a bien su l'exprimer, les conditions de travail des enseignants exercent une influence contraignante sur la qualité des cours offerts aux élèves.

> « Dans l'ensemble, toutes ces idées sont bonnes jusqu'au moment où vous vous retrouvez avec vos élèves dans des locaux exigus, avec trop peu de temps et face à un groupe d'âge imposé. Ce n'est pas facile de mettre en pratique tout ce qu'on entend et toutes ces belles théories. »

La partie qui suit décrit certaines contraintes de travail vécues par les professeurs de sciences à Northend.

La notation et la préparation

Les cours de sciences au programme d'études secondaires du 1er cycle sont axés sur les expériences en laboratoire. À cause des contraintes propres au système des semestres, il est impossible de faire tous les laboratoires prévus au programme, mais chaque classe passe en moyenne trois séances en laboratoire par semaine; comme l'a souligné un professeur, cela demande énormément de préparation et fait beaucoup de travaux à corriger. « C'est un véritable cauchemar pour la plupart des professeurs mais ça fait partie du travail. » Chaque professeur trouve ses propres solutions pour faire face à cette masse de corrections. Certains feuillètent les cahiers afin de s'assurer que rien n'y manque et les vérifient parfois de façon détaillée. D'autres s'attachent à la présentation des rapports en vérifiant si les titres sont soulignés correctement et les diagrammes bien identifiés selon les indications données. Un enseignant préférera faire des remarques détaillées à une ou deux classes pendant un certain temps puis s'occupera ensuite d'une autre classe.

En plus des comptes rendus de laboratoire, les professeurs doivent corriger les examens, les tests ou les travaux personnels. Dans le système semestriel, il y a deux bulletins par semestre alors que dans un système sans semestre, il n'y en a que trois par année. La préparation des bulletins exige beaucoup de temps. Avant d'inscrire une note sur un bulletin, le professeur doit d'abord préparer les examens et les travaux individuels qu'il devra ensuite corriger.

Tout comme la notation, la préparation des laboratoires doit tenir compte de bien des contraintes. Comme l'expliquait M. Arnold : « Lorsque vous avez quatre laboratoires par jour, il y a beaucoup à faire rien que pour s'organiser. » Pour la plupart des professeurs de sciences, trouver et obtenir de l'équipement pour les laboratoires demandent des recherches et des négociations qu'ils doivent sans cesse recommencer. Les enseignants doivent effectuer des recherches parce que l'équipement n'est pas rangé dans un endroit central : la majeure partie du matériel est distribuée dans les différents laboratoires. Ils doivent négocier parce que certains professeurs considèrent comme leur propriété le matériel rangé dans leurs laboratoires. Ces négociations s'imposent également pour éviter qu'il y ait plusieurs demandes simultanées pour une même pièce d'équipement. Les professeurs de sciences générales du premier cycle éprouvent encore plus de difficulté à obtenir le matériel nécessaire parce qu'ils sont cinq à enseigner dans cinq classes différentes. Au deuxième cycle, les sciences étant divisées en cours de physique, de chimie et de biologie, un seul professeur enseigne toutes les parties d'un cours à un niveau d'études précis. De cette façon, si un professeur réunit dans son laboratoire tout l'équipement pour le cours de physique de 11e année, aucun autre professeur n'en a besoin.

M. Daley, l'un des professeurs de sciences du 2e cycle qui enseigne également au niveau du 1er cycle, a bien identifié les exigences particulières auxquelles doivent se soumettre les professeurs de sciences de niveau secondaire du 1er cycle quant à la notation et à la préparation.

« J'aime beaucoup enseigner les sciences en 9e année. J'aime beaucoup enseigner les sciences en 10e année. C'est en partie dû au fait que je n'enseigne pas au même niveau à tous les semestres. Si je devais le faire, je trouverais cela pénible, surtout parce que la notation représente une charge de travail très, très lourde. La préparation des laboratoires est également une tâche très exigeante. »

Le programme

La notation et la préparation imposent des contraintes de temps aux professeurs qui cherchent à les atténuer en trouvant leurs propres solutions. Les enseignants vivent également des contraintes de temps parce qu'ils doivent travailler rapidement pour couvrir toute la matière dans le temps alloué. Au cours d'un entretien, on a dit que les contraintes de temps ne permettaient pas d'introduire de nouveaux cours pour lier la science à la vie de tous les jours et M. Barnes a ajouté : « Je me sens constamment bousculé par le temps. En 95 heures, il est très difficile de traiter toute la matière souhaitée. » Les contraintes de temps semestrielles contribuent largement à créer ce sentiment de précipitation. Avec les semestres, les enseignants bénéficient de plus de temps de préparation; par contre, ils doivent traiter leur matière plus rapidement en classe. M. Barnes a exprimé toute l'ambiguïté de la situation lorsqu'il a été question de réintroduire le système sans semestres :

« Nous aurions plus de temps pour donner les cours. Nous aurions 120 heures au lieu de 95. Nous serions moins bousculés. Actuellement, il me semble que nous enseignons deux années en une et c'est très exigeant. Je pense que le principal désavantage est de perdre du temps de préparation. »

M. Cole a exprimé un sentiment analogue lorsqu'il parlait de l'enseignement de la chimie en 10e année :

« Je pense que la chimie est une matière importante mais à la fin de mon cours je ne crois pas qu'ils aient très bien compris. Toutefois, je ne peux m'arrêter et je dois passer au sujet suivant. Si j'avais dix mois, je m'attarderais plus longtemps. »

M. Foley a eu cette réaction spontanée à l'égard du retour au système sans semestres : « Si ça doit ralentir les choses le moindrement, il faut s'en débarrasser (du système des semestres). » Il a poursuivi en parlant de certains changements que pourraient apporter des heures additionnelles.

« Je pense qu'il y aurait beaucoup à faire avec trente heures de plus, par exemple des excursions sur le terrain, faire venir des conférenciers, pouvoir s'arrêter pendant une semaine pour dire : "D'accord, on ne s'occupe plus du manuel, nous allons nous pencher sur des sujets interdisciplinaires". »

Même si, à cause des contraintes de temps, l'ensemble des enseignants du département se sont entendus sur une liste de sujets à traiter ou à laisser tomber, les professeurs de sciences de niveau secondaire du 1er cycle se sentent quand même bousculés, et cela, pour diverses raisons. Les

programmes provinciaux d'évaluation et les examens de la commission scolaire exercent des pressions sur les enseignants qui doivent amener leurs élèves au même niveau que ceux des écoles sans semestres. Il y a également des contraintes internes : ainsi, les enseignants essaient d'aborder le plus de matière possible avec leurs élèves et ils doivent, en même temps, respecter les directives gouvernementales.

Les responsabilités à l'égard des jeunes

Le stress au niveau du 1er cycle du secondaire n'est pas uniquement lié à la charge quotidienne de travail (organiser les laboratoires, noter les copies, donner les cours), mais aussi au fait que les sciences sont une matière obligatoire. Lorsqu'on lui a demandé de comparer l'enseignement dans les classes du 1er cycle à celui des classes du 2e cycle, M. Barnes a répondu de la façon suivante :

> « C'est probablement plus difficile d'enseigner aux élèves du 1er cycle. Habituellement, vous n'avez pas à vous soucier de la discipline avec les élèves du 2e cycle. Ils sont plus intéressés et ils suivent les cours par choix et non par obligation. C'est pourquoi il est plus facile d'enseigner aux élèves du 2e cycle qu'à ceux du premier. »

M. Foley a exprimé des sentiments analogues :

> « L'enseignement au niveau du 1er cycle est assez particulier, en ce sens que les jeunes n'ont pas le choix des matières et que vous vous retrouvez devant un groupe pour lequel vous devez vous mettre en quatre. Tel n'est pas le cas des élèves de 11e et 12e années qui ont choisi leurs cours et s'y intéressent quelque peu. De toute façon, ils ont plus de maturité. Même s'ils détestent la matière, ils vont persévérer ou avoir plus de discipline, ou penser qu'ils en auront besoin plus tard et seront alors moins cyniques. Jusqu'en 10e année, les choses sont réellement difficiles pour les jeunes. Si vous les rebutez, s'ils détestent la matière, si vous les harcelez, si vous ne comprenez pas leurs besoins, les transformations hormonales qui les affectent, ils décrocheront. En 9e et en 10e années, vous risquez soit de perdre complètement vos élèves, ou au contraire de les voir réaliser des choses étonnantes... C'est une période de transition où ils sont à la fois des enfants et des jeunes adultes; c'est une période très importante et je crois que chaque enseignant doit enseigner à ce niveau et passer ensuite à un autre. Je ne crois pas qu'il soit très indiqué d'enseigner trop longtemps à ce niveau; cela risquerait de saper l'enthousiasme... Vous devez par contre susciter l'intérêt des jeunes et rendre votre cours passionnant : et cela peut être très épuisant. »

Pendant un entretien, deux enseignants plus âgés, travaillant habituellement au 2e cycle, ont reconnu que l'enseignement des sciences au niveau du 1er cycle demandait plus d'énergie.

M. Evans: Je préfère enseigner aux classes de 8e année parce que les enfants sont sympathiques. Ce sont eux qui ont le plus d'en-

thousiasme dans l'école; après cela, ils en ont de moins en moins.

M. Daley: Je deviens trop vieux pour les 8e années.

M. Evans: D'ici quatre ou cinq ans, je serai probablement trop vieux aussi.

M. Daley: Pendant la première période du matin, ça peut aller. La dernière en fin de journée, ça ne va plus.

De plus en plus, on reconnaît que l'enseignement est un travail stressant. Les résultats des entrevues et les observations faites au cours de cette recherche semblent indiquer que l'enseignement des sciences au niveau secondaire du 1er cycle est tout particulièrement exigeant. Cette conclusion s'accorde avec celle du compte rendu d'évaluation du programme de sciences en Colombie-Britannique, qui concluait que le degré d'insatisfaction était plus élevé parmi les professeurs au niveau secondaire du 1er cycle que parmi ceux de l'élémentaire et du secondaire de 2e cycle.

La stabilité professionnelle

Compte tenu du stress lié à l'enseignement, il est intéressant de souligner que la plupart des professeurs de sciences enseignent à l'école Northend depuis longtemps. Trois professeurs y enseignent depuis le début de leur carrière, le premier depuis 23 ans, le deuxième depuis 13 ans et le troisième depuis 12 ans. Deux autres y travaillent depuis longtemps même si, auparavant, ils ont enseigné ailleurs (l'un y est depuis 17 ans alors qu'il a commencé à enseigner il y a 31 ans, et l'autre depuis 16 ans d'une carrière de 21 ans). Il n'y a que deux nouveaux professeurs de sciences à l'école. L'un est à Northend depuis trois ans et l'autre en est à sa première année. La stabilité de la carrière des professeurs de sciences à Northend permet de penser qu'elle offre certains avantages. En principe, chaque enseignant aurait pu saisir l'occasion d'être transféré au cours de sa carrière s'il l'avait désiré. Le travail de l'enseignant est basé sur sa relation avec les élèves, les parents et les collègues. La stabilité de la carrière dépend étroitement du degré de difficulté éprouvé dans l'une ou plusieurs de ces relations[2]. L'attitude des professeurs envers les élèves permet de croire que la relation avec ces derniers, tout en étant exténuante, n'est pas plus mauvaise qu'ailleurs et, d'une certaine façon, qu'elle est meilleure parce que les élèves sont plus ouverts et plus honnêtes. Le fait de rester à l'école offre certains avantages au niveau des relations avec les parents et les collègues de travail.

Les parents

L'un des avantages de travailler à Northend, quant au stress, est que les parents n'exercent pas beaucoup de pression. Certaines observations tirées des entrevues expliquent ce phénomène.

M. Evans: Quel que soit le domaine, les parents n'interviennent que très peu dans cette école. Cela arrive parfois, mais sous forme d'interventions acharnées, non... Je pense que les professeurs

de cette école, du simple fait qu'ils sont des enseignants, jouissent du respect de la communauté parce que cette dernière place l'éducation au-dessus de beaucoup de choses... Les professeurs sont les mieux renseignés et ce n'est pas le rôle des parents d'intervenir.

M. Barnes : Les parents s'en fichent royalement. Pendant la soirée qui leur était réservée, pas un seul parent n'est venu sur une possibilité de cent vingt.

Cette dernière remarque met en lumière l'ambivalence des professeurs devant le manque de participation des parents. Les contraintes peuvent être moins nombreuses lorsque les parents ne se mêlent de rien, mais cela peut être également très frustrant lorsque, pour des raisons professionnelles, les enseignants souhaitent les rencontrer pour parler de leurs enfants.

Les commentaires suivants font ressortir les expériences diverses vécues par les enseignants avec des parents de Northend et avec des parents dans les quartiers plus favorisés.

M. Daley: Ici les parents envoient leurs enfants à l'école en se disant : « On tient pour acquis que les enseignants vont faire quelque chose de bien avec nos enfants », et ça s'arrête là. Encore une fois, cela est très différent de l'école située dans un quartier de l'autre côté de la ville où mon fils vient de terminer ses études. Je suis allé plusieurs fois rencontrer le directeur à différents sujets et j'ai téléphoné à ses professeurs pour leur parler de différentes choses. Alors qu'ici, en seize ans de métier, cela m'est peut-être arrivé une ou deux fois d'être contacté par des parents.

M. Gaskell : Aimerais-tu que les parents de tes élèves viennent te voir avec le même genre de préoccupations et d'exigences que tu as envers les professeurs de ton fils?

M. Daley: Les préoccupations oui, les exigences non. Je ne suis pas sûr que j'aimerais enseigner ici si je devais composer avec des personnes dans mon genre.

M. Foley: C'est la première école où je travaille sans avoir reçu un coup de téléphone d'un parent. Dans les écoles de l'autre côté de la ville, les parents appellent immédiatement à n'importe quel sujet.

Le problème soulevé par le degré de participation des parents est particulièrement intéressant dans le cas de Northend parce que la majorité des élèves de cette école ne poursuivent pas leurs études au niveau post-secondaire. On pourrait alléguer que les élèves qui se dirigent vers le marché du travail n'ont pas les mêmes besoins, du point de vue de la scolarité, que ceux qui veulent poursuivre leurs études. Par exemple, M. Daley souscrit implicitement à cet argument lorsqu'il précise ce qu'il croit être important dans le cadre de ses fonctions de professeur de sciences au niveau secondaire du 1er cycle.

« Évidemment, le contenu est important mais lorsque vous enseignez au niveau du 1er cycle, vous n'essayez pas de faire de chaque élève

un physicien ou un biologiste. Vous essayez de leur en apprendre un peu plus dans le domaine des sciences et de leur faire comprendre l'importance de cette matière pour tout individu qui, d'ici quelques années, sera à la recherche d'un emploi. En même temps vous avez dans votre classe des élèves qui vont poursuivre leurs études à l'université et essayer d'obtenir un diplôme en sciences; c'est pourquoi vous devez être conscient que vous avez à répondre à ces deux besoins distincts. »

Cependant, puisque la communauté n'exerce aucune pression cohérente pour qu'on élabore et qu'on fournisse un programme de sciences distinct pour les élèves s'orientant directement vers le marché du travail, le programme de sciences à Northend prépare essentiellement aux études des années suivantes.

Les collègues et le matériel

La stabilité professionnelle permet aux enseignants d'avoir un meilleur droit de regard sur leurs conditions de travail, tout particulièrement sur le choix des cours et l'accès au matériel. Lorsqu'on lui demandait de quelle façon on décidait qui enseignerait quoi, M. Evans a donné la réponse suivante :

« En général, le programme de 11e et de 12e années a été arrêté et on sait qui enseignera quoi; cela est établi par habitude et non par ancienneté. C'est en partie parce que nous trois sommes ici depuis si longtemps que certains collègues nous appellent le triumvirat. »

Selon mon expérience, les professeurs de sciences qui ont un diplôme universitaire en sciences (ce qui est le cas de tous les professeurs de sciences à Northend) aiment généralement beaucoup leur matière. Ils aiment en parler et susciter l'intérêt de leurs élèves. Il est plus facile d'obtenir des satisfactions professionnelles si l'on enseigne une matière scientifique au niveau des classes du 2e cycle.

Un nouveau venu à l'école a fortement manifesté son désir d'enseigner les sciences au niveau du 2e cycle.

« Il ne devrait pas être question de gravir les échelons. Je ne pourrais rester longtemps là où je serais réduit à m'occuper d'un seul groupe d'âge. Tout le monde devrait avoir la chance d'enseigner en 11e année. »

Cette attitude s'explique par le fait qu'enseigner aux niveaux plus élevés aide à conserver l'intérêt qu'on a pour une matière.

« Mon domaine m'intéresse et j'aimerais beaucoup l'approfondir; cela me passionne et je ne veux pas perdre mon enthousiasme; c'est ce qui m'arriverait si je devais enseigner uniquement les cours de sciences en 8e et 9e années pendant dix autres années. »

Même si l'ancienneté à Northend n'assure pas tel cours à tel professeur, elle lui donne plus de prise au moment des négociations.

Dans l'enseignement des sciences, l'équipement doit être facilement accessible pour que les séances en laboratoire puissent se dérouler sans problème. Les professeurs qui enseignent depuis longtemps à l'école ont

de meilleures chances de tirer parti de l'équipement. Deux membres du triumvirat illustrent ce point :

M. Daley: Evans et moi sommes deux vieux fossiles; ça fait longtemps que nous sommes ici et nous nous sommes arrangés pour avoir ce dont nous avions besoin.

M. Evans: À nous deux, nous sommes équipés pour enseigner toute la matière et nous faisons en sorte que ça ne change pas.

M. Daley: Si quelqu'un vient fouiner autour de notre équipement, à certaines personnes nous répondons « Non, nous ne l'avons pas » alors que nous l'avons. Nous sommes motivés par l'instinct de conservation et l'expérience passée. Nous savons que si cette personne prend l'équipement, elle ne le rendra pas dans l'état où elle l'a pris. Il manquerait des pièces dans l'*éventualité* où il serait rendu. Nous sommes tout bonnement abominables dès qu'on nous parle d'équipement.

L'un des problèmes pour les nouveaux venus est de mettre la main sur ce qui se trouve dans les différents magasins de l'école. Il n'y a aucun équipement de laboratoire fixe dans les salles de classe des nouveaux professeurs. Ceux-ci doivent effectuer des recherches et négocier des arrangements.

La recherche d'équipement et les négociations à cet égard sont encore plus difficiles parce qu'il n'y a ni local ni mesure administrative permettant aux professeurs de sciences de se réunir régulièrement. Le département de sciences fonctionne comme une série de petits groupes isolés ou d'individus travaillant seuls. Pendant les entrevues, j'ai posé régulièrement cette question : « Les enseignants du département de sciences travaillent-ils plus souvent seuls ou collaborent-ils étroitement d'une façon ou d'une autre avec d'autres professeurs? » J'ai obtenu les réponses suivantes.

M. Barnes : Habituellement nous travaillons seuls.

M. Arnold : Je parle souvent avec M. Cole dans le bureau voisin, mais il n'y a pas beaucoup d'échanges au sein du département. Je ne parle jamais de leur programme avec les gens en bas. C'est comme s'il s'agissait de deux groupes différents, celui du bas et le nôtre, en haut.

M. Evans : Nous sommes deux à bien travailler ensemble. Ce qui manque dans le département, c'est l'esprit de collaboration.

Un enseignant a exprimé son désaccord avec ses collègues. Il estimait que les membres du département collaboraient étroitement et qu'ils formaient le groupe le plus uni de l'école.

Tous les professeurs de sciences à Northend ont une lourde charge de travail parce qu'ils doivent noter les copies, préparer et donner leur cours et s'occuper de leurs élèves. Avec le temps, ils parviennent à diminuer les contraintes en maîtrisant de plus en plus les cours qu'ils dispensent et en obtenant plus facilement l'équipement dont ils ont besoin. Ils développent des techniques de survie. Pour qu'un projet d'envergure modifiant l'enseignement des sciences puisse voir le jour, il doit tenir compte de la vie quotidienne des enseignants dans les écoles et des efforts que ceux-ci

doivent faire pour venir à bout d'une charge de travail apparemment sans limite. Cela ne veut pas dire que les innovations n'ont pas leur place et que rien n'est fait dans ce domaine. Les enseignants de Northend tentent d'améliorer le programme en y apportant des modifications pertinentes. Mais il y a une limite aux modifications qu'on peut apporter sans provoquer une réorganisation complète des techniques de survie éprouvées.

Le programme d'études

Le programme de sciences du 1er cycle du niveau secondaire à Northend repose principalement sur le manuel obligatoire pour chaque année d'études[3]. Dans toute la province, tous les élèves d'une même année utilisent le même manuel. Chacun des trois manuels a été rédigé par une équipe de professeurs de sciences de la Colombie-Britannique; chaque manuel tient compte des directives du ministère de l'Éducation quant au programme de sciences. Les manuels de 8e et de 9e années ont été révisés récemment (soit en 1977 et 1979 respectivement); toutefois, celui de 10e année n'a pas été modifié depuis sa publication en 1970. Ces trois manuels traduisent l'importance que le mouvement de réforme du programme d'études attachait, en 1960, à l'acquisition des connaissances par le travail en laboratoire. En 1970, les manuels originaux comportaient, en fait, très peu de textes explicatifs. Ils contenaient essentiellement une série d'instructions pour exécuter les expériences. Les dernières révisions ont voulu intégrer, pour chaque sujet d'étude, les expériences et les textes descriptifs. La présente section décrit comment on enseigne les sciences à Northend : elle étudie ses liens avec la vie des élèves et indique, à l'aide de quelques exemples, de quelle façon les professeurs de sciences adaptent leur sujet pour répondre aux besoins particuliers de leurs élèves.

L'utilisation du manuel

Pendant l'une des premières séances d'observation, on a constaté comment l'utilisation du manuel pouvait façonner le cours de sciences. Il s'agissait d'une classe de 9e année parvenue à mi-chemin d'une leçon sur l'alimentation. On pouvait lire les renseignements suivants au tableau :

4-22 Test sur les lipides

Objectif : Apprendre un moyen pratique de vérifier le contenu en lipides sans utiliser de produits chimiques.
Méthode : p. 535
Partie I (étapes A à D)
À la fin, répondre aux questions 1 à 5.

En avant de la classe, sur une table surélevée, il y avait de l'amidon, du glucose, de l'huile, du blanc d'oeuf et de petits morceaux de papier d'emballage. Le professeur donna les explications suivantes :

« Tout ce dont vous avez besoin se trouve au même endroit que la dernière fois. Le blanc d'oeuf est dans le même coin; le glucose est au même endroit; l'huile est dans le coin; l'amidon est dans le même coin. Il y a même une lampe sur chaque table. Vous n'êtes pas obligé de vous en servir.

Pour l'expérience, la seule chose dont vous aurez besoin en plus du blanc d'oeuf, de l'huile, du glucose et de l'amidon, c'est un morceau de papier d'emballage mat.

Je ne vous dirai rien de plus et si je disais : "Voilà", C'est le nº 4-22, le test sur les lipides. Si vous avez besoin d'aide au sujet d'un objectif, elle est ici mais ne vous sentez pas obligé de l'utiliser. Vous ne devez faire que la première partie et répondre aux questions 1 à 5 à la fin de l'expérience.

Lorsque vous aurez terminé et rangé votre matériel, il y a deux sections ici à gauche. On ne peut pas dire qu'il s'agit d'un travail personnel à faire chez vous parce que l'expérience prendra peu de temps, alors que diriez-vous de poursuivre avec ces deux sections une fois que vous aurez terminé?

Bonne chance et amusez-vous bien. »

Les élèves ont créé un certain remue-ménage en allant chercher leur matériel, puis ils se sont mis au travail. Le professeur circulait dans la classe pour remettre les rapports d'un laboratoire précédent et s'arrêtait quelque temps auprès de chaque élève pour revoir son rapport. Il en profitait pour souligner les critères d'un bon compte rendu. Il leur rappelait que le compte rendu doit être clair, logique et être assez détaillé pour qu'une autre personne puisse refaire l'expérience. Le travail que les élèves devaient faire à la fin du laboratoire était indiqué comme suit :

Lire 4-21, Lipides, pages 533-534
Répondre aux questions, 1, 4, 6 et 7, à la page 535
Lire 4-23, Protéines, pages 537-538
Répondre aux questions 1, 2 et 6, à la page 538

Ce travail avait ceci d'intéressant que la description du travail à faire en laboratoire survenait au milieu des lectures. Les questions tirées des lectures (« La chimie des lipides » et « Les lipides dans votre alimentation ») étaient étudiées le lendemain du laboratoire sur le « Test sur les lipides ». Cette façon de procéder illustre le lien entre les laboratoires et les lectures; précisément, ici, l'ordre logique n'est pas respecté. Les deux portent sur le même sujet mais le laboratoire ne découle pas des questions soulevées par la lecture ou n'apporte pas d'éléments de réponse aux questions posées dans la section suivante. L'expérience en laboratoire explique tout simplement une méthode de calcul des lipides.

Dans la plupart des cas, les réponses aux questions à la fin du texte ne sont que la répétition de phrases lues dans le texte. Par exemple, la réponse à la question nº 1, « Quels sont les éléments entrant dans la

composition des lipides? », se trouve dans la première phrase du texte : « Les lipides se composent des mêmes éléments que les hydrates de carbone ou glucides (carbone, hydrogène et oxygène). » On peut penser qu'il s'agit là d'un procédé simple et que les questions récapitulatives permettent avant tout de vérifier si les élèves ont lu le texte. C'est ce que traduisaient les observations du professeur lorsqu'il a abordé les questions le jour suivant le laboratoire. La discussion sur les questions se déroulait fort lentement. Le professeur a eu passablement de difficulté à trouver quelqu'un capable de répondre à la deuxième question : « Nommez les deux principaux groupes de lipides et donnez un exemple de chaque groupe. » Quelque peu exaspéré, le professeur s'adressa ainsi à la classe :

> « Savez-vous ce que j'en conclus? Que vous lisez les questions et a) que vous n'y répondez pas complètement parce que je crois que plusieurs d'entre vous ont copié les réponses sans donner d'exemple; et je crois que ce qui m'inquiète dans votre réaction, c'est que les réponses sont très faciles à trouver si vous lisez le texte. Nous ne devrions que vérifier les réponses, nous assurer que tout est exact et commencer l'expérience. Je ne crois pas qu'il faille consacrer beaucoup de temps à ces choses que vous auriez dû faire vous-même avec attention. Bon, regardez à la page 534 et vous verrez en gros caractères gras orange les mots Lipides saturés et Lipides non saturés; on y explique leur provenance et on en donne des exemples. »

Tous les professeurs, à tous les niveaux, mettent l'accent sur l'acquisition des connaissances scientifiques, sur la maîtrise des méthodes et des tests de laboratoire et sur la recherche des bonnes réponses; cette orientation est définie par Roberts comme la recherche de la « bonne explication »[4]. On retrouve cette même ligne de force à tous les niveaux et chez tous les enseignants. Les différences entre les enseignants se manifestent dans le style d'enseignement et surtout dans le genre de relations établies avec les élèves. Le style non conformiste du professeur mentionné plus haut (celui qui souhaitait bonne chance à ses élèves) était l'exception et non la règle.

Le souci de donner des explications exactes découle directement du manuel, de sa composition et de sa présentation. Les questions à la fin des expériences semblent conçues pour vérifier si les élèves ont obtenu une explication appropriée du phénomène. Les questions à la fin de la lecture, quant à elles, semblent conçues pour vérifier si les élèves ont retenu les données scientifiques contenues dans le texte. Le manuel de 10e année contient essentiellement des procédures de laboratoire et peu de textes explicatifs; les professeurs remédient à cette lacune en fournissant les explications nécessaires. Par exemple, pendant un cours (10e année) sur les microorganismes, le professeur a commencé la période en faisant prendre de nombreuses notes à ses élèves. Il se servait d'un rétroprojecteur et les élèves copiaient les notes dans leur cahier. Comme l'indique sa première phrase ci-dessous, les notes contenaient des connaissances scientifiques que les élèves devaient acquérir.

« L'organisme unicellulaire de base a les mêmes structures cellulaires que celles des animaux spécialisés de base; la cellule animale a toujours les mêmes éléments (noyau, mitochondrie, appareil de Golgi, réticulum endoplasmique, etc.). »

Ce professeur semble donner à ses élèves plus d'explications que les autres enseignants; cependant, le schéma de la leçon est fondamentalement le même, c'est-à-dire une présentation des connaissances scientifiques de base suivie d'une démonstration en laboratoire.

Les expériences en laboratoire

Les laboratoires ont pour but de faire connaître les notions scientifiques fondamentales, de faire pratiquer les méthodes et de familiariser les élèves avec l'équipement. Ce point de vue a été souligné lors d'une rencontre avec une équipe de la commission scolaire qui effectuait une enquête sur les installations de laboratoire. Pendant cette réunion, un membre de l'équipe a demandé si les cours étaient conçus en fonction des élèves ou en fonction des professeurs. Un professeur du 2e cycle a répondu qu'ils l'étaient en fonction des professeurs. Il a donné la réponse suivante lorsqu'on lui a demandé si les cours insistaient sur les expériences en laboratoire ou sur les démonstrations.

« Oh, ils sont orientés sur les expériences en laboratoire. Je suis un adepte de la méthode... de la méthode qui consiste à apprendre à manipuler l'équipement. Par exemple, comment allez-vous installer le ruban en papier de façon à pouvoir l'utiliser? Il est illusoire de penser faire des découvertes. Vous ne pouvez pas vous attendre à ce qu'ils fassent les découvertes faites par les gens les plus brillants. Certainement pas sans aide. »

Une autre façon d'envisager l'utilité des laboratoires est d'observer ce qui se passe quand les choses tournent mal, lorsque les instructions ne donnent pas les résultats prévus. Un tel cas s'est produit pendant une expérience sur les protéines :

Élève : Venez ici, s'il vous plaît. Il ne se passe rien avec notre blanc d'oeuf.

Professeur : Consignez ce que vous avez trouvé. Mais cela me semble un peu étrange. Comparez vos résultats avec ceux de vos voisins. Formulez quelques hypothèses dans vos conclusions. Dites ce que vous avez trouvé en mentionnant que vos résultats sont différents de ceux de vos voisins et que c'est un peu étrange parce que le blanc d'oeuf est de la protéine. Vous pouvez indiquer qu'il peut s'être glissé une erreur dans la marche à suivre.

Ce cas soulève une intéressante contradiction entre, d'une part, la possibilité de continuer comme s'il s'agissait réellement d'une « recherche » et admettre que les observations des élèves peuvent très bien refléter ce qui « se passe réellement » quand on ajoute de l'acide nitrique à une protéine et, d'autre part, le fait que le professeur et les élèves savent très

bien que ce qui s'est passé n'aurait jamais dû se produire. Ce n'est pas une recherche, c'est seulement un exercice de vérification; cet exercice fait partie de l'apprentissage du domaine scientifique, ce qui en soi est un objectif valable. Le manuel indique clairement que le résultat de l'élève est incorrect. Pour cette expérience, le manuel précise ce qui suit :

> « (e) Retirer les éprouvettes de l'eau et les placer sur le support. Quels effets l'acide nitrique a-t-il sur les protéines? *Quels effets l'acide nitrique a-t-il sur les autres types d'aliments?*
>
> (f) Lorsque les éprouvettes auront refroidi, ajouter 2 cm de solution ammoniacale au blanc d'oeuf. *Quel est l'effet de la solution ammoniacale sur des protéines déjà jaunies sous l'effet de l'acide nitrique?*(souligné dans la version originale)[5] »

À la lecture de cette dernière instruction, il est évident que l'acide nitrique devrait tout au moins donner une coloration jaune au blanc d'oeuf.

Dans une classe de 8e année qui faisait une expérience sur la réflexion des rayons lumineux, le professeur a clairement expliqué que les résultats obtenus démontraient une fois de plus une loi connue. Les élèves traçaient sur du papier quadrillé des lignes représentant le parcours suivi par les rayons lumineux lorsqu'ils frappent un miroir et y sont réfléchis. Toutefois, les données recueillies pendant l'expérience ne permettaient pas d'obtenir le « bon » diagramme. Le professeur distribua donc du papier quadrillé vierge à ses élèves et dit :

> « Je veux que vous traciez un diagramme sans l'aide de la source de lumière simplement afin d'y inscrire les mentions appropriées. Le diagramme est à la page 271. Écrivez les indications données sur ce diagramme. »

Le diagramme de la page 271 montre clairement que le miroir du manuel produit des angles d'incidence et de réflexion identiques.

Dans une leçon portant sur la trajectoire des rayons passant à travers des lentilles concaves et convexes, certaines observations des élèves qui avaient terminé rapidement l'expérience se sont avérées intéressantes. Je regardais un élève qui s'amusait avec deux lentilles (l'une concave, l'autre convexe). En les collant ensemble, il a constaté que leurs effets s'annulaient. Ensuite, il les a déplacées très attentivement en vérifiant l'effet que la distance séparant les deux lentilles et l'éloignement de celles-ci par rapport à la boîte produisait sur les rayons. Comme le professeur s'approchait, l'élève lui a demandé : « Est-ce exact? Doivent-ils se déplacer en ligne droite lorsqu'on les place ensemble? » Ce cas montre qu'il est possible d'approfondir l'exploration au-delà de l'objectif du programme qui consiste à tracer un diagramme. En me déplaçant dans la classe, j'ai pu constater qu'au moins deux groupes se livraient aux mêmes expériences.

Le programme et l'élève

Élève : Pouvez-vous me dire à quoi cela nous sert d'étudier les sciences?

M. Gaskell : J'aimerais que toi, tu me le dises.

Élève : Je ne sais pas. Je ne crois pas que ça servira. Si je deviens mécanicien, je n'ai pas besoin d'être renseigné au sujet de la lune.

* * *

Élève : Si je vois une autre « boîte lumineuse », je vais devenir fou.

* * *

M. Gaskell : Qu'est-ce qui vous intéresse le plus cette année dans votre programme de sciences?

Élève : La partie sur la biologie. On y apprend comment rester en santé et ménager notre corps. Par exemple, si on mange trop de vitamines C, ça peut endommager nos reins et d'autres parties de l'organisme.

En général, la matière des cours ne semble pas en soi intéresser les élèves, même s'il y a des exceptions. Dans un cours de biologie de 10e année, j'observais en laboratoire des élèves qui devaient trouver leur groupe sanguin. De toute évidence, l'expérience les intéressait. Beaucoup d'entre eux avaient du mal à accepter qu'il n'y ait pas qu'une seule bonne réponse ou qu'un groupe sanguin ne soit pas meilleur qu'un autre. Les élèves posaient plusieurs questions comme « Je suis du groupe A; est-ce bon ou mauvais? » et « Monsieur, est-ce qu'il y a quelque chose qui ne va pas si j'appartiens au groupe AB? ». Un élève s'écria, tout excité : « Je n'ai pas d'anticorps, je n'ai pas d'anticorps! », se glorifiant presque de sa découverte. Après la classe, comme je signalais au professeur l'intérêt que semblaient manifester les élèves, celui-ci me dit :

> « En réalité, c'est l'un des rares laboratoires qu'ils aiment réellement. Ils y apprennent quelque chose qui les concerne directement. Cette expérience ne fait pas partie du programme, mais je l'y ai ajoutée. Sinon, le laboratoire sur les groupes sanguins n'offrirait aucun intérêt. Ils se borneraient autrement à n'examiner que des cellules animales et non les leurs. Ce laboratoire fait partie des cours de biologie et biologie humaine de 11e année, mais j'ai demandé au directeur du département si je pouvais faire l'expérience ici et il m'a dit qu'il était d'accord. »

Cette remarque fait état de plusieurs problèmes. Premièrement la plupart des laboratoires ne semblent pas vraiment intéressants. C'est pourquoi les enseignants doivent adapter la matière du cours pour susciter l'intérêt des élèves. Deuxièmement, les enseignants doivent faire preuve de prudence lorsqu'ils utilisent des sujets d'expérience faisant partie de la matière enseignée l'année suivante. Troisièmement, le moyen de susciter l'intérêt des élèves consiste à leur faire apprendre quelque chose qui les touche directement.

Il va sans dire que tous les élèves ne réagissent pas de la même façon. Dans la plupart des classes, il y en a qui s'intéressent à ce qu'ils font et qui sont stimulés par le défi intellectuel. Ainsi, au cours du laboratoire sur les organismes unicellulaires, un groupe d'élèves s'était préparé en obtenant de la bibliothèque un livre intitulé *Life in a Drop of Water* (La

vie dans une goutte d'eau). L'un d'eux parla de façon bien informée de ce qu'il avait lu et mérita le respect de ses amis par cette simple démarche.

Cependant, dans l'ensemble, les professeurs considèrent qu'il est très difficile d'éveiller ou de stimuler l'intérêt du point de vue intellectuel. Même la répétition machinale des questions soulève des difficultés comme on l'a souligné plus tôt. Toutefois, les laboratoires sont plus faciles. Les élèves peuvent parler de choses qui les intéressent personnellement tout en suivant des étapes de travail bien définies qui demandent peu de réflexion. Parfois, les professeurs essaient d'entamer une discussion, mais cela ne donne rien de très concluant : il est beaucoup plus facile d'expliquer rapidement le sujet et de passer à l'expérience. Cette situation fut clairement mise en lumière lors de la projection d'un film sur l'enfance d'Edison dans une classe de 8e année. Au cours de la discussion après la projection du film, le professeur a essayé d'aborder certains problèmes « touchant directement » les élèves. Après avoir mentionné comment le père d'Edison et les autres adultes l'avaient rabaissé quelque peu, le professeur demanda : « Est-ce une attitude courante des adultes à l'égard des jeunes? » Après avoir expliqué l'importance du rôle de la mère d'Edison dans son épanouissement, le professeur posa la question suivante : « Est-ce que ça devait venir de sa mère? Est-ce que ça pouvait être le rôle de son père, de sa tante ou d'une autre personne qui se trouvait là? » Les élèves éprouvaient d'énormes difficultés à répondre à ces questions complexes et leurs réactions furent assez particulières et même amusantes. Par exemple :

Professeur : Edison jugeait que l'école étouffait la créativité. À l'école, il faut consacrer beaucoup d'énergie à apprendre comment plaire aux professeurs, comment réussir un examen. Vous ne pouvez installer un laboratoire dans un train comme l'a fait Edison. Êtes-vous d'accord avec l'opinion d'Edison? Qu'en pensez-vous?

Élève : Je pense que nous devrions faire comme lui.

Professeur : Quoi?

Élève : Tout.

Élève : Est-ce que c'était le vrai Edison?

Professeur : Non, un acteur interprétant son rôle.

Nous voici devant un professeur que tous, y compris ses élèves, reconnaissent comme un homme compétent et attentif. Cependant, il éprouve beaucoup de difficultés à sortir des sentiers battus pour tenter d'améliorer la qualité des échanges intellectuels dans cette classe.

Certaines parties du programme d'études ont un lien direct avec la vie des élèves. Par exemple, dans la partie du cours de 9e année portant sur « l'énergie et les organismes vivants », on traite du lien existant entre l'énergie et les aliments, et des règles applicables à la bonne alimentation et au régime alimentaire que préconise le Guide alimentaire canadien. J'ai essayé de découvrir dans quelle mesure les connaissances scientifiques présentées en classe aux élèves influençaient leur comportement à l'extérieur des salles de cours. Pendant mes premières observations, il m'a semblé

que les cours sur l'alimentation n'étaient guère différents de ceux sur les rayons lumineux. Ils comprenaient une étape d'acquisition de connaissances scientifiques suivie d'expériences en laboratoire. Les élèves devaient connaître la composition chimique des lipides, des protéines et des glucides, pouvoir vérifier ou tester chacun de ces éléments et donner des exemples pertinents pour chacun des quatre groupes d'aliments du *Guide alimentaire canadien*. Le professeur avait également invité une diététicienne pour parler du sujet à ses élèves et répondre à leurs questions.

La visite de la diététicienne a permis de démontrer combien il est difficile pour un professeur d'intégrer à sa classe des personnes-ressources n'appartenant pas au personnel de l'école. Dans la classe qui nous intéresse, même si la diététicienne voulait bien faire et s'était bien préparée, son manque de compétence dans l'enseignement l'a rendue moins efficace que le professeur à réagir aux observations des élèves. Elle saisissait moins bien les signaux, était moins souple et ne savait pas imposer son rythme. Comme elle ne pouvait pas tirer parti de l'expérience acquise au cours des leçons précédentes, elle revenait fréquemment sur des éléments déjà traités dans la leçon sur le *Guide alimentaire canadien*. Malgré cela, il y eut du temps pour poser des questions à la fin de son exposé. Les élèves cherchaient surtout à obtenir des conseils en demandant par exemple « Que dois-je manger pour engraisser? » et « Quels sont les aliments qui favorisent la musculation? ». Ils demandaient aussi des explications, par exemple : « Pourquoi est-ce qu'on compte une seule portion de pommes de terre? », « Pourquoi est-ce que je mange et mange et que je prends du poids sans engraisser? » À l'exception de la question sur les pommes de terre, toutes les autres étaient liées aux expériences personnelles des élèves. Rien ne permettait de supposer qu'ils avaient saisi le lien existant entre la chimie des aliments et les conseils sur l'alimentation.

Afin de vérifier l'impact du cours sur les élèves, j'ai interviewé un petit groupe d'élèves que le professeur jugeait représentatifs de l'ensemble de la classe. J'ai demandé à chaque élève si le cours sur l'alimentation avait influencé son régime alimentaire. J'ai obtenu les réponses suivantes :

Premier élève : Je quitte la pièce lorsque mon père fume. Je surveille davantage mon alimentation, je fais plus d'exercice et je prends plus soin de moi.

Deuxième élève : J'ai convaincu ma mère d'arrêter de fumer.

Troisième élève : Je vérifie tout ce que je mange. Je ne le faisais pas avant le cours.

Quatrième élève : Je me suis dit que ça serait une bonne idée de lire les étiquettes pour voir ce qu'il y a dans la nourriture.

Cinquième élève : J'ai dit à mon père d'arrêter de fumer et il a diminué.

Je dois préciser que les rencontres ont eu lieu après qu'un membre de la Société pour la lutte contre le cancer fut venu parler en classe des problèmes de santé liés à l'usage du tabac. Quoique mes questions aient porté directement sur l'alimentation, trois des cinq élèves m'ont parlé de la cigarette, qui fait partie d'un cours subséquent sur le système respiratoire. Les

élèves ne voient pas le monde du même oeil que nous. Ils perçoivent la santé comme une question plus vaste que les simples structures distinctes qui composent le corps humain.

De toute évidence, les observations des élèves ne nous permettent pas de conclure que les connaissances scientifiques influenceront à long terme leur comportement et celui de leurs parents. Les élèves ne peuvent décider de manière absolue de ce que sera leur alimentation; celle-ci est à l'image de ce que leurs parents achètent. Néanmoins, la réaction positive de tous les élèves est intéressante. Ils semblent beaucoup se préoccuper de leur santé et du fonctionnement de leur organisme. Cependant, le type de connaissances qui traduit le mieux ces préoccupations n'est pas clairement établi. Lorsque la liste des ingrédients est indiquée sur l'emballage d'un produit, vous n'avez plus besoin de savoir comment faire le test du sucre, pour pouvoir tester l'aliment. Les élèves du 1er cycle ne sont pas en mesure d'évaluer la qualité des conseils en alimentation qu'ils reçoivent et doivent se fier à la compétence des experts choisis par leur professeur. Les élèves réagissent à ce qu'ils peuvent concevoir de façon empirique. Pour eux, la structure de la protéine et le test des lipides sont des exercices purement scolaires. Cependant, les expériences en laboratoire sur les groupes sanguins sont différents : par ces tests sanguins, les élèves ont appris quelque chose de nouveau sur eux-mêmes. Au contraire, en analysant certains aliments, ils se doutaient bien qu'ils n'allaient rien apprendre de très surprenant quant à leur contenu.

Les professeurs emploient différents moyens pour intégrer les sciences à la vie de leurs élèves. L'expérience sur les groupes sanguins et l'exposé d'une diététicienne en sont deux exemples. Les exemples pratiques sont une autre méthode efficace et l'un des professeurs y recourt fréquemment. Par exemple, en traitant de la réflexion des rayons lumineux sur un miroir, il a parlé de la construction des périscopes et de leur utilisation dans les sous-marins et dans les foules. Pour illustrer le phénomène de réflexion des rayons lumineux sur un miroir, il a choisi de parler des globes rotatifs à miroir qu'on utilise dans les salles de danse. Lorsqu'il a abordé les lentilles, il a parlé des verres et rappelé aux élèves combien il était nécessaire de voir correctement. Les exemples utilisés par ce professeur nous rappellent un point qu'il est important de souligner, compte tenu que de plus en plus de pressions s'exercent afin que l'on trouve des applications pratiques aux notions scientifiques étudiées. Il faut se rappeler que le simple fait de parler des applications pratiques aura peu d'effet sur les élèves si la structure même du programme d'études n'est pas changée. Le travail dans cette classe consistait simplement à exécuter des expériences en laboratoire et à apprendre les données scientifiques connexes. Après avoir constaté, dans cette classe, que les élèves manquaient d'attention, qu'ils posaient peu de questions et murmuraient constamment, il faut en déduire que les exemples pratiques ont tout au plus une incidence négligeable sur l'intérêt de l'élève, et par voie de conséquence, sur sa compréhension du sujet.

Lorsqu'on leur a posé la question, tous les professeurs ont accueilli

favorablement l'idée d'inclure plus de matière orientée vers les sciences et la société. À la seule mention de cette possibilité, la plupart des enseignants avaient à l'esprit un style d'enseignement des sciences qui avait cours en 1950, et dont on parlait dans *Science in Action*[6]. Ce style préconisait l'application des sciences à la vie de tous les jours. Les enseignants souhaitent établir des liens plus étroits entre les sciences et le quotidien des élèves, dans la mesure où cela ne nuit pas à l'acquisition des connaissances nécessaires pour suivre les cours de sciences des programmes de 11e et de 12e années. D'autres aspects ont aussi été évoqués pendant les entrevues. M. Barnes aimerait qu'il soit possible de parler plus longuement de l'utilisation des sciences au Canada et de la recherche qui s'y fait. Il s'inquiète du manque d'intérêt pour la recherche scientifique au Canada et désire encourager ses élèves à voter pour des candidats qui ont à coeur de promouvoir l'essor des sciences. M. Arnold souhaiterait introduire des sujets d'actualité comme le génie génétique et l'énergie. Il croit qu'il est important d'aborder les problèmes sous l'angle de la responsabilité morale et d'amener les élèves à examiner tous les problèmes dans cette optique. Il estime également que, si les élèves comprenaient un tant soit peu le lien entre la science et la société, les matières enseignées à l'école auraient une plus grande signification. Pour sa part, M. Daley croit que la connaissance des données scientifiques prime sur toute autre considération. Par exemple, on doit posséder des notions de chimie pour en saisir l'importance dans l'industrie des engrais chimiques.

Même si, dans l'ensemble, les professeurs sont d'accord pour inclure plus de matière reliant la science et la société, ils soulignent qu'à l'heure actuelle les contraintes de temps, les manuels et les directives du Ministère les empêchent de le faire. Cependant, certaines mesures ont été prises afin d'améliorer les cours.

La modification des cours

Nous avons pu constater que les professeurs de sciences à Northend travaillent consciencieusement à enrichir leurs cours sans toutefois dépasser certaines limites. M. Arnold a fait l'observation suivante :

> « Je crois au changement. J'essaie constamment de changer les choses à l'exception, bien entendu, des structures fondamentales. Un atome est un atome. »

Tout en tenant compte des ressources disponibles, les professeurs essaient d'adapter la matière afin que les élèves puissent la comprendre plus facilement. Toutefois, le Ministère établit la structure de base du programme et les manuels obligatoires n'ont pas été changés. M. Arnold et M. Evans ont mentionné qu'ils avaient modifié le cours de chimie de façon à ce qu'on ne présente plus les valences en termes d'anneaux et d'attaches. De même, on n'utilise plus le modèle fantaisiste de l'électricité figurant dans le manuel. On a apporté de plus grands changements aux cours des classes modifiées et on y a essayé de nombreux manuels. Pendant un déjeuner, une enseignante en éducation spécialisée a commenté favorablement le travail effec-

tué pour élaborer le programme de sciences modifié. Elle a souligné combien la lecture des textes de sciences était facile par rapport à celle d'autres matières, où elle devait enregistrer les manuels sur bande magnétique pour que les élèves puissent y avoir accès. L'un des enseignants en sciences a décrit sa version du programme modifié de 10e année comme étant une adaptation personnelle de plusieurs sources. Ces sources comprennent un nouveau manuel pour lequel il a participé à l'expérience pilote, des fiches de laboratoire qu'il a élaborées et des modifications tirées de divers manuels.

Même si la présente étude porte sur le programme du secondaire au 1er cycle, certaines innovations dans le programme du 2e cycle méritent notre attention. Le directeur du département est l'une des personnes ressources qui a collaboré à la mise sur pied, au sein même de l'école, du cours de biologie humaine de 11e année. Deux autres enseignants ont énormément travaillé pour intégrer des notions élémentaires de programmation d'ordinateur à leur programme de sciences. Tous leurs efforts auront été vains puisque l'ordinateur installé dans leur local a été déménagé au département d'éducation aux affaires pour le cours d'informatique de 11e et de 12e années.

Ces exemples tendent à démontrer que les professeurs sont prêts à investir beaucoup de leur temps pour modifier les anciens programmes et en créer de nouveaux. Toutefois, il faut signaler certaines contraintes pesant sur les innovations apportées dans le programme. Pendant la rencontre avec l'équipe responsable des installations scolaires du district, on a discuté de la possibilité d'introduire un programme qui favorise davantage la réalisation de projets. Certains enseignants ont tout de suite souligné un empêchement majeur, soit le manque d'espace pour ranger le matériel de ces projets entre les périodes de cours. L'école est à ce point encombrée qu'il n'y a présentement aucun local disponible à cette fin. D'autre part, et cela offre un plus grand intérêt, certaines contraintes relatives aux valeurs et aux principes entrent en jeu dans les diverses formules de refonte du programme d'études. Si on désire modifier le programme en profondeur, on doit identifier ces contraintes et en tenir compte.

Les influences exercées sur le programme d'études

Le programme de sciences au 1er cycle du niveau secondaire traduit les influences exercées par divers facteurs sociaux et institutionnels. Parmi toutes les influences en jeu, les plus intéressantes sont celles que le programme d'études secondaires du 2e cycle a sur celui du premier cycle, celle que le programme universitaire a sur l'ensemble du programme scolaire de sciences et celle que les grandes valeurs sociales ont sur l'enseignement des sciences à l'école.

L'influence du programme d'études du 2e cycle du niveau secondaire

L'influence du programme du 2e cycle est clairement ressortie lors de con-

versations avec les enseignants sur la façon dont on décidait quelle matière conserver et laquelle mettre de côté, pour tenir compte des contraintes de temps semestrielles. Tous s'accordaient à dire qu'au niveau des cours du premier cycle, on mettait l'accent sur la matière jugée nécessaire pour bien préparer les élèves aux cours du 2e cycle. Ainsi, le besoin de fournir une base solide aux études ultérieures justifie l'insistance du programme à donner des explications correctes. M. Evans a expliqué comme suit l'orientation du cours de chimie en 9e année :

> « On a demandé à tous les professeurs enseignant les sciences au niveau du 2e cycle : "Que pensez-vous qu'un élève de 12e année doive connaître?" Nous avons tous mis notre grain de sel. Enfin, selon ce qu'a dit M. Daley, ils n'ont pas besoin d'en savoir tant que cela en physique à la fin de la 10e année. Il considère que la technique suivie est rétrograde et n'a aucun rapport avec ce qui se passe en 11e ou en 12e année. Dans la mesure où les élèves sont capables d'étudier, il juge qu'il peut leur enseigner le nécessaire en 11e ou en 12e année. Par contre, je considère qu'en chimie l'élève doit posséder certaines connaissances fondamentales que nous n'avons pas le temps de lui enseigner en 11e et en 12e années. Par exemple, savoir équilibrer des équations, calculer la masse molaire, comprendre les formules, connaître la signification des indices et des coefficients placés devant la formule d'une équation, bien comprendre la classification périodique des éléments. »

Le directeur du département des sciences a mentionné qu'on n'offrait pas le module sur les sciences de la terre parce qu'il ne préparait les élèves à aucun autre cours. L'école de Northend ne donne pas les nouveaux cours de sciences de la terre en 11e année et de géologie en 12e. M. Daley a rappelé la position de l'ensemble du département pendant son entrevue :

> « Je crois que le critère est de déterminer ce qui sera le plus utile aux élèves pour la prochaine année scolaire. On doit accorder la priorité à ceux qui vont suivre les cours de sciences en 11e année. Je ne suis pas impartial parce que j'enseigne la 11e année. Si je ne l'enseignais pas, mes priorités seraient quelque peu différentes. »

Fait intéressant, la seule personne à avoir des priorités différentes était le nouveau professeur de sciences des classes de 1er cycle; il n'avait pas participé à la réunion où on avait décidé sur quoi il fallait ou ne fallait pas mettre l'accent. Ce professeur aimerait enseigner quelques cours de chaque matière plutôt que plusieurs dans une matière et aucun dans une autre.

En examinant comment les attentes du 2e cycle façonnent les cours du premier, on doit se rappeler que les cours de sciences du 2e cycle ne sont pas obligatoires pour le diplôme secondaire même s'ils constituent un préalable pour être admis à l'université. Les cours de sciences de 10e année sont, pour de nombreux élèves, les derniers qu'ils suivront dans ce domaine.

L'influence de l'université

Pendant les années d'études secondaires du deuxième cycle, les pressions continuent de s'exercer au niveau de la préparation des élèves à l'étape suivante, c'est-à-dire l'université. Ainsi l'université influence-t-elle fondamentalement, et de multiples façons, le programme d'études. Dès la première réunion avec les professeurs, on a soulevé le problème important de l'influence de l'université. Le directeur du département a posé la question suivante :

> « Êtes-vous également chargé d'étudier les influences extérieures et d'évaluer leur incidence sur l'enseignement des sciences? Par exemple, les universités font pression sur nous et peuvent modeler notre programme de sciences comme elles l'ont fait. Ces pressions ont d'énormes conséquences. »

L'influence des universités s'exerce à deux niveaux. À un premier niveau, les professeurs croient que le programme doit préparer adéquatement les élèves à l'université afin que tous aient la chance de réussir, même si seulement un petit nombre d'entre eux poursuivront des études universitaires. M. Cole fait la remarque suivante à ce sujet.

> « Chaque élève devrait avoir la possibilité d'aller à l'université. C'est pourquoi on devrait lui donner tout ce dont il peut avoir besoin même si peut-être seulement 5 % y vont. Nous voulons que les jeunes réussissent s'ils vont à l'université. »

À un deuxième niveau, l'influence s'exerce de façon plus directe. Chaque année, l'université de Colombie-Britannique envoie à chaque école secondaire les notes obtenues par ses anciens élèves à leur première année d'études universitaires. Par là, elle semble laisser entendre que les écoles devraient utiliser ces résultats pour évaluer l'efficacité de leurs programmes et de leurs normes, eu égard à la préparation aux études universitaires.

L'université influence aussi le programme de sciences d'autres façons, par exemple, en acceptant ou en refusant d'accorder des crédits pour les cours nécessaires à l'admission à l'université. À Northend, on a créé le cours de biologie humaine de 11e année pour encourager les élèves à suivre un cours de biologie au 2e cycle. Toutefois, ce cours présente quelques difficultés, et cela, en partie parce que les universités et les autres établissements postsecondaires jugent qu'il ne satisfait pas aux exigences scientifiques établies. D'autres conditions d'admission jouent également au niveau du nombre et de la diversité de cours facultatifs de sciences que les élèves peuvent raisonnablement intégrer à leur programme. Ainsi, l'étude statistique des inscriptions aux cours de sciences dans toute la province révèle une diminution spectaculaire en 1977 et en 1978, après que l'université eut annoncé qu'elle rétablissait une exigence linguistique pour l'admission à l'université[7]. Plus récemment, la Faculté des sciences de l'université de Colombie-Britannique a modifié ses conditions d'admission afin d'ajouter un cours de sciences de 12e année, et les professeurs craignent que ces modifications réduisent le nombre d'inscriptions aux cours de sciences de la terre (de 11e année). Dans le passé, les étudiants

qui s'inscrivaient à la Faculté des sciences choisissaient souvent, en plus des cours de physique 11 et de chimie 11 imposés par le Ministère, un troisième cours de sciences 11. Ces étudiants remplacent maintenant cette option par le cours de sciences 12, que l'université de Colombie-Britannique considère préalable à l'admission. (L'introduction par le ministère de l'Éducation de deux nouveaux cours de 11e, soit « notion fondamentale du marché » et « rédaction », soulève également l'inquiétude parce qu'elle limite encore plus le choix de matières facultatives que peuvent choisir les élèves.)

Il y a lieu de faire une distinction entre la préparation aux études universitaires et la préparation aux examens pour l'obtention d'une bourse d'études. Les professeurs de sciences du 2e cycle ont précisé qu'ils n'insistaient pas sur la préparation à ces examens parce que seulement deux ou trois élèves s'y présentaient chaque année. M. Evans a fait la remarque suivante :

> « Je préfère enseigner selon les directives du Ministère et faire respecter ces directives religieusement par les élèves afin qu'ils aient tous la préparation nécessaire pour aller à l'université. Je ne voudrais pas consacrer toutes mes énergies aux élèves qui veulent obtenir des bourses d'études. Car de cette façon je ferais automatiquement perdre tout intérêt au deux tiers de mes élèves. »

Je lui ai demandé quels étaient les effets pratiques de cette distinction. Il m'a expliqué que l'enseignement dispensé en prévision de l'examen pour l'obtention des bourses d'études procédait de l'analyse des examens précédents et de l'étude des sujets et des difficultés qui y apparaissaient le plus fréquemment. « Ce qu'il faut faire et ne pas faire est évident. » Cependant, au mois de mai, il prend le temps de réunir tous les élèves qui désirent obtenir une bourse et il étudie des problèmes avec eux. La façon de procéder diffère dans les quartiers plus favorisés de la ville où la préparation aux examens de bourses influence fortement l'enseignement.

L'influence des valeurs sociales

À Northend, les parents n'exercent pas de pression directe pour accentuer la préparation à l'université. Comme on l'a indiqué plus haut, les professeurs de sciences subissent très peu, et pour ainsi dire, pas de pression de la part des parents. Mais alors, d'où viennent les pressions, compte tenu du fait que moins de la moitié des élèves de Northend poursuivent leurs études à l'université?

Les pressions viennent en partie des enseignants eux-mêmes, en vertu d'un principe fondamental qui les anime tous : ils estiment avoir une responsabilité envers ceux qui peuvent réussir, c'est-à-dire obtenir de bonnes notes pour l'université. Par exemple, M. Daley m'expliquait qu'il souhaitait présenter des éléments de sciences appliquées dans ses classes modifiées. Lorsque je lui ai demandé si cela convenait mieux aux classes modifiées, il m'a fait la réponse suivante :

M. Daley: Non, non, je crois que ça conviendrait tout aussi bien à n'im-

porte quel groupe, sauf que nous devrons leur enseigner la chimie, la physique, l'électricité, etc. et que nous ne pouvons pas... nous n'en avons pas le temps...

M. Gaskell : Nous devons procéder ainsi parce que...

M. Daley: Je n'y ai pas vraiment réfléchi. Nous devons agir ainsi parce que ceux qui poursuivent leurs études doivent posséder ces connaissances. Ils doivent commencer à équilibrer des équations, à apprendre la loi d'Ohm, la méiose et la mitose. Ils doivent l'apprendre à un moment donné et commencer à quelque part à apprendre les faits. Par où commencer?

M. Gaskell : En réalité, pour résumer ce qui se passe, c'est que le contenu du programme d'un niveau donné sera le reflet des exigences au niveau supérieur.

M. Daley: Oui. Quel bagage la société espère-t-elle qu'un jeune aura à sa sortie du système d'enseignement à un niveau donné? Le système d'enseignement ressemble à une colonne de fractionnement et au produit qui en sort à l'extrémité. Il y a de nombreux niveaux dans la colonne... Ainsi, les sciences enseignées en 9e année sont le reflet de ces exigences.

Il a poursuivi en disant qu'il pensait que les parents à Northend exprimaient moins ces attentes que les parents des élèves dans les quartiers plus riches. Si la « société » exerce des pressions, en réalité celles-ci ne pourraient provenir que d'une classe précise de la société.

Les valeurs sociales ont d'autres effets sur le programme d'études. Par exemple, l'idée qu'on se fait de la science a influencé la structure des programmes. Le Conseil des sciences, dans son étude sur l'enseignement des sciences, a mis en lumière le rôle de la technologie dans l'enseignement des sciences[8]. Il est intéressant de noter que des cours sur la technologie se donnent à Northend. Ils figurent au répertoire des cours, dans la section de la formation industrielle. Le programme d'études secondaires du 1er cycle comprend des cours tels que l'électricité de 8e et l'électronique de 9e et 10e années, principalement orientés vers les applications pratiques de principes scientifiques et exigeant la participation des élèves à des projets. Le fait que les sciences « pures » relèvent du département des sciences et que les techniques appliquées relèvent du département de formation industrielle constitue la preuve éloquente du statut distinct accordé dans notre société au travail intellectuel d'une part, et au travail manuel d'autre part. L'opinion plus haute qu'on se fait des sciences « pures » par rapport aux sciences « appliquées » se trouve en partie à la source de l'opposition des professeurs de sciences, en Angleterre, au Project Technology[9].

Le cours sur l'alimentation a également permis d'illustrer l'effet des valeurs sociales sur les programmes. Dans ce cours, on a souligné que chaque individu est responsable de bien se nourrir une fois qu'il connaît ce qu'est un régime alimentaire équilibré et sa raison d'être. Les élèves sont responsables de leur personne et, en fait, de leur propre bien-être. De cette

façon, l'alimentation est dégagée de son contenu social. Une autre façon de présenter le sujet serait de faire valoir la responsabilité de chaque personne devant l'État, de rester en santé, et la responsabilité de l'État d'assurer à chaque citoyen un régime alimentaire équilibré. Dans les deux cas, la santé n'est pas seulement une question scientifique et technique, mais elle a également une dimension politique. Le gouvernement canadien assume une grande part de responsabilités quant aux soins médicaux offerts à ses citoyens, mais il ne se charge pas de l'enseignement en matière de santé. Par contre, en Allemagne de l'Est, la dimension politique est intégrée au programme de biologie[10]. Les programmes de sciences, au même titre que d'autres programmes, sont le reflet du régime politique dans lequel ils existent.

Le programme de sciences au 1er cycle du niveau secondaire subit l'influence de facteurs sociaux et structurels, nommément les pressions exercées par les enseignants du 2e cycle du niveau secondaire, les exigences des universités et les valeurs que préconise la société. Toute volonté de remodeler en profondeur les programmes, en y apportant des changements fondamentaux, devra tenir compte des liens étroits existant entre le quotidien dans les écoles et les valeurs et les organismes puissants qui les façonnent.

Conclusion

Le programme de sciences du 1er cycle du niveau secondaire à l'école Northend résulte d'un enchevêtrement complexe de facteurs. Une étude comme la nôtre doit inévitablement trancher en faveur de certains facteurs, au détriment de certains autres. La principale caractéristique du programme est qu'il met l'accent sur l'étude – selon la méthode des explications exactes – de divers phénomènes scientifiques importants. Le but recherché est de fournir une base solide pour les études subséquentes en sciences. Quoique quelques tentatives aient été faites pour sortir de ce carcan, on admet généralement que le contenu des cours de sciences offre peu d'intérêt en soi pour les élèves. Les cours sont construits à partir des manuels obligatoires, eux-mêmes rédigés selon les directives du Ministère.

Les conditions de travail déterminent l'envergure des modifications que les professeurs peuvent apporter au contenu des cours. Le principal problème consiste à élaborer des stratégies pour venir à bout d'une charge de travail sans limites apparentes. L'enseignement au 1er cycle du secondaire est accompagné d'un stress assez élevé parce que les enseignants doivent tenir compte des besoins émotifs des élèves de ce groupe d'âge. Dans l'enseignement, les relations personnelles avec les élèves apportent beaucoup plus de satisfaction que le fait de travailler dans un domaine d'études auquel s'intéressent les professeurs.

Même si les grandes lignes du cours sont établies d'après le manuel, les professeurs apportent de nombreuses modifications au contenu lorsque, par expérience, ils savent que la méthode du manuel ne donne pas de bons résultats. Les professeurs accueillent favorablement l'idée d'intégrer au

cours un plus grand contenu sur les sciences et la société, mais ils trouvent difficile d'y parvenir en raison des contraintes de temps. Ces contraintes sont d'autant plus ressenties que le système des semestres diminue le nombre d'heures de cours.

En plus des contraintes de la charge de travail, l'influence qu'exercent d'autres institutions et certaines valeurs sociales sur le programme limite également la possibilité d'y apporter des modifications. L'influence réelle des universités sur le programme d'études se concrétise dans la priorité que les enseignants accordent à la préparation aux études universitaires. Cette priorité reflète le sentiment de responsabilité qu'éprouvent les enseignants à l'égard de ceux qui ont les meilleures chances de succès, c'est-à-dire de poursuivre leurs études à l'université. Les désaccords entre la préparation des élèves à l'université et leur préparation à la « vie » sont évidents à Northend parce que la majorité des élèves se dirigent vers le marché du travail après avoir obtenu leur diplôme. Lorsque le programme de sciences touche la vie des élèves, comme dans les cours sur l'alimentation, on met l'accent sur la responsabilité de l'individu à cet égard. Cette façon de procéder cadre avec un régime politique où l'individu a plus d'importance que la société. Tout projet visant à modifier fondamentalement le programme de sciences au 1er cycle du niveau secondaire devra tenir compte de l'influence exercée par les contraintes institutionnelles et par les valeurs sociales.

Notes

1. British Columbia Ministry of Education, *British Columbia Science Assessment Summary Report*, par E.D. Hobbs, W.B. Boldt, G.L. Erickons, T.P. Quelch et G.A. Sieben, Victoria, C.-B., 1978.

2. H.S. Becker, « The career of the Chicago public school teacher, » *American Journal of Sociology*, 1952, vol. 57, p. 470-477.

3. Les trois manuels sont : M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Introducing Science Concepts in the Laboratory*, (2e édition), Prentice-Hall, Scarborough, Ontario, 1977; M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, (2e édition), Prentice-Hall, Scarborough, Ontario, 1979; et M.C. Schmid, *Extending Science Concepts in the Laboratory*, Prentice-Hall, Scarborough, Ontario, 1970.

4. D.A. Roberts, « Developing the Concept of 'Curriculum Emphases' in Science Education, » *Science Education*, 1982, vol. 66, n° 2, p. 243-266.

5. M.C. Schmid et M.T. Murphy, *Developing Science Concepts in the Laboratory*, (2e édition), Prentice-Hall, Scarborough, Ontario, 1979, p. 540.

6. G. Paterson, *Science in Action*, Dent, Vancouver, C.-B., 1955.

7. British Columbia Ministry of Education, Statistical Services, *Organization of Secondary Schools 1980-81*, Victoria, C.-B., publication n° 10, 1981.

8. D. George, *L'enseignement des sciences vu par un ingénieur*, Conseil des sciences du Canada, exposé à débattre, Ottawa, 1981.

9. B. MacDonald et R. Walker, *Changing the Curriculum*, Open Books, London, 1976.

10. E. Jungwirth, « Science Education and Politics, » *Science Education*, 1981, vol. 65, n° 3, p. 253-258.

VI. Les sciences à l'école secondaire de Derrick

Patricia M. Rowell

Le présent compte rendu est le fruit de quatre mois d'observation dans les classes de sept professeurs de sciences. Nous avons rencontré des administrateurs et nous avons eu, en outre, de longs entretiens avec quatre professeurs, ce qui nous a donné un aperçu de la classe de sciences telle qu'elle se présente aux enseignants. Nous n'avons eu que peu d'échanges avec les élèves; nous ne prétendons donc pas exprimer ici leur point de vue.

Comme l'enseignement des sciences a lieu dans un milieu scolaire qui fait lui-même partie d'un vaste ensemble social beaucoup plus complexe, le présent compte rendu se divise en deux grandes parties. La première décrit le cadre de travail des enseignants : l'endroit où se trouve l'école, la clientèle, le personnel enseignant, le rôle assumé par l'école et l'organisation interne permettant à celle-ci de remplir ses fonctions. Ces éléments constituent ce que nous appellerons le contexte institutionnel de l'enseignement des sciences dans l'école secondaire qui nous intéresse. Ils découlent des opinions, passées et actuelles, qui ont poussé la société à demander certaines formes particulières d'enseignement. Cette étude tient compte des interactions constantes entre l'école et l'ensemble de la société, mais l'examen détaillé du contexte social n'est pas le but de ce travail.

Dans la seconde partie, nous avons tenté de décrire les activités quotidiennes des professeurs de sciences. Dans l'espoir de recréer le contexte pédagogique de l'enseignant, nous avons essayé de mettre en lumière les principes qui le guident dans son travail.

Le contexte institutionnel

Les élèves

Environ 1 600 élèves, pour la plupart âgés de 15 à 18 ans, fréquentent cette école secondaire du 2e cycle, fondée à la fin des années 50. Peu après 8 h, chaque matin, les élèves descendent des autobus scolaires ou urbains ou arrivent dans leur voiture qui remplissent bientôt le parc de stationnement. L'école constitue, avec dix autres semblables, un réseau scolaire ouvert : les jeunes de la ville peuvent fréquenter l'école secondaire de leur choix. La majorité d'entre eux préfèrent s'inscrire à l'école la plus rapprochée, mais une centaine des élèves inscrits à notre école habitent dans un autre quartier.

Située dans un secteur très diversifié sur le plan socio-économique, l'école se trouve à proximité d'un quartier résidentiel habité par des familles de professionnels aisés qui n'hésitent pas à dire, fréquemment et clairement quelle éducation ils souhaitent pour leurs enfants. Ils veulent une école secondaire qui fournit une formation intellectuelle rigoureuse et prépare leurs enfants à fréquenter l'université ou un autre établissement d'enseignement supérieur. Tenant compte de l'importance que les parents attachent aux diplômes, le département des sciences annonce, dans le guide de l'école, qu'il « s'efforcera de satisfaire aux aspirations des parents en préparant les élèves à s'inscrire à des établissements d'enseignement supérieur ». La mise en oeuvre d'un programme de bourses provinciales importantes, destinées aux étudiants qui ont obtenu des notes élevées en 10e, 11e et 12e années, a accentué le caractère de compétition de l'éducation en milieu scolaire. « Non seulement les élèves, fait remarquer un administrateur, mais aussi les parents prennent part au processus de notation et, pour ce qui est des notes en vue des bourses, on commence maintenant à les calculer dès le premier bulletin de 10e année. » Aussi les élèves, même s'ils n'ont pas l'appui des administrateurs, se retirent-ils des cours où ils n'obtiennent pas de notes assez élevées et se réinscrivent auprès d'un autre professeur. Un enseignant a indiqué que ce sont habituellement les élèves qui marchandent les notes mais que, parfois, les parents lui ont téléphoné pour se plaindre des notes que, *lui*, accordait.

La participation élevée aux soirées où les parents rencontrent les professeurs montre l'intérêt que les gens de ce quartier portent à leur école. À la dernière enquête annuelle, 93 % des parents interrogés se sont déclarés satisfaits du département des sciences, le mieux coté de toute l'école. Pourtant, un enseignant a souligné que la population ne participe d'aucune façon aux activités quotidiennes du département et ne s'intéresse à peu près pas au contenu des cours de sciences ni à la manière dont ceux-ci sont donnés.

Les professeurs

L'école de Derrick compte au total près de 60 professeurs, dont 11 dans le département des sciences. Cette année, compte tenu des inscriptions et

des horaires, les enseignants se répartissent de la façon suivante : 2 professeurs de physique, 4 de chimie, 4 de biologie et un autre qui enseigne la chimie et la biologie.

Les quatre professeurs avec qui nous avons parlé longuement ont obtenu leurs premiers diplômes en sciences ou en pédagogie de l'université locale et n'ont, par la suite, entretenu que peu de rapports avec les universitaires engagés dans le même domaine qu'eux. Un des professeurs a fait sa maîtrise en éducation dans une université éloignée et un autre a enseigné à l'étranger durant quatre ans; mais, de façon générale, leur carrière s'est (presque toute) déroulée dans des établissements d'enseignement secondaire de la région urbaine où se trouve notre école. Ils ont de temps à autre des rapports avec des collègues d'autres écoles, à l'occasion des réunions locales ou provinciales de l'association de professeurs de sciences, ou pendant les deux jours du congrès annuel, mais ils ne rencontrent pas forcément leurs collègues lors des journées pédagogiques. Les échanges avec leurs collègues du département se limitent à de brèves rencontres entre les cours et aux occasionnelles réunions du personnel. La salle des professeurs du département des sciences, où 9 d'entre eux ont un bureau, est rarement occupée par plus de 2 ou 3 enseignants à la fois. Au début et à la fin de la journée, on n'a guère le temps que d'échanger quelques remarques rapides sur les événements du jour. Quand ils emploient des enseignants, les administrateurs accordent la préférence à ceux et celles qui sont prêts à participer à des activités parascolaires telles que l'entraînement des équipes sportives, la publication de l'annuaire scolaire et l'organisation des clubs ou des cérémonies de fin d'année.

M. Davis arrive à l'école 15 minutes avant son premier cours et se rend immédiatement dans la salle où il donnera sept de ses huit leçons. Les premiers élèves attendent, dans le couloir, qu'il ouvre la porte pour entrer. Ils bavardent un peu avec M. Davis pendant que celui-ci se prépare à donner sa série de cours durant lesquels il s'efforcera d'établir des rapports avec 180 élèves, tâche qu'il trouve de plus en plus pénible. Il commence par le premier des quatre groupes de 10e année auxquels il enseignera aujourd'hui. Il regrette de ne pouvoir établir des rapports plus personnels avec ses élèves de 10e, car, selon lui, ces relations constituent une part importante de la vie scolaire. « Il y a des limites, fait-il remarquer, aux efforts que je peux faire pour tâcher de rejoindre les élèves. » Il dit essayer de varier l'ordre de présentation des sujets qu'il enseigne pour échapper à la monotonie de la répétition. Il donnera aussi un cours à des élèves de 11e, puis de 12e année. M. Davis passe généralement son heure libre dans la salle des professeurs, à bavarder en prenant un café, ou bien il en profite pour accomplir de menues besognes. C'est le seul temps qu'il se réserve durant sa journée puisque, à l'heure du lunch, il s'occupe d'un club scolaire et qu'après ses heures d'enseignement, il travaille avec des collègues à la préparation de didacticiels.

L'école : tradition et objectifs

Les élèves qui viennent d'autres quartiers pour fréquenter cette école sont, pour la plupart, attirés par la « tradition » de l'établissement à laquelle plusieurs professeurs ont souvent fait allusion. Un des principaux administrateurs attribue cette prétendue tradition à trois facteurs. En premier lieu, l'école n'offrait, à ses débuts, qu'un éventail limité de cours car les élèves n'avaient le choix qu'entre les matières obligatoires plus les sciences sciences ou le programme commercial. Deuxièmement, le premier directeur recruta des enseignants qui plaçaient au premier rang l'excellence scolaire. Enfin, troisièmement, une pédagogie traditionnelle satisfaisait aux désirs de la clientèle, issue de milieux professionnels. Aujourd'hui, le programme d'études, beaucoup plus vaste, comprend des matières comme les sciences familiales, le dessin et l'esthétique industriels, et ne peut plus être qualifié de traditionnel. Il n'en demeure pas moins que 50 à 60 % des diplômés de cette école s'orientent vers des établissements postsecondaires après avoir recueilli le nombre d'unités nécessaires, pendant trois ans. Pour ce qui est des objectifs énoncés dans le guide de l'école, un professeur m'a expliqué qu'ils sont là pour satisfaire aux exigences de la commission scolaire. On suppose que tous les enseignants les acceptent implicitement. Pour sa part, l'enseignant qui nous en a parlé n'avait jamais eu l'occasion d'en discuter ouvertement avec ses collègues. Mais, a-t-il précisé, « l'enseignement est l'unique préoccupation des professeurs même les mieux intentionnés ».

Choix et organisation du programme scolaire

Les élèves reçoivent le diplôme provincial d'études secondaires lorsqu'ils ont accumulé cent unités, lesquelles doivent comprendre un cours de sciences. Le diplôme donne accès à l'université pourvu que l'élève ait obtenu une moyenne de 60 % et ait accumulé des unités pour cinq cours de 12e année. Durant le recrutement des élèves de 9e dans les huit écoles secondaires du 1er cycle d'où provient la clientèle (de notre école), on recommande aux candidats, pour choisir leurs cours de 2e cycle, de faire comme s'ils voulaient se qualifier pour l'université. La plupart des élèves de 10e choisissent deux cours de sciences parmi ceux de physique, de chimie ou de biologie (voir annexe A). « Dans la ligne du programme universitaire, explique l'orienteur, on conseille comme principal cours de sciences, la chimie, que vient compléter la physique ou la biologie. Il n'y a aucune limite imposée aux élèves talentueux, qui peuvent étudier ces trois matières en 10e et en 11e années, et prendre une option scientifique en 12e. » Ce conseil a donné lieu, pour la 10e année, à la formation de sept classes de physique, 15 de biologie et 16 de chimie; cette répartition se répète pour les 11e et 12e années. C'est l'ordinateur qui détermine les différents groupes d'élèves pour chacun des cours et, dans les classes que nous avons observées, le nombre de garçons et de filles semblait plus ou moins égal.

Les élèves de 9e qui échouent en sciences sont automatiquement inscrits à un cours de sciences de 11e, cours « terminal » constituant en fait une introduction générale à la matière; on prétend que ce cours répond « aux besoins et aux intérêts des élèves », mais, en fait, il permet d'acquérir les unités nécessaires à l'obtention du diplôme. Les élèves peuvent, sur recommandation du professeur et après avoir réussi l'examen, passer de ce cours (Sciences 11) à celui de Biologie 10, Chimie 10 ou Physique 10.

L'année scolaire comprend 2 semestres de 5 mois chacun. Les cours de 10e et 11e années (3 unités chacun) durent 40 minutes et se donnent quotidiennement pendant un semestre; les cours de 12e (cinq unités chacun) ont également lieu tous les jours et durent aussi 40 minutes, mais s'échelonnent sur toute l'année scolaire. Afin d'accommoder les élèves de 12e qui décident, tardivement, de suivre un cours de sciences, l'école offre un ou deux cours donnés quotidiennement pendant un seul semestre, mais d'une durée de 80 minutes chacun.

Les élèves ont la possibilité d'obtenir des unités ou d'améliorer leurs notes en sciences grâce à des cours d'été d'une durée de trois à six semaines. L'administrateur chargé des cours, de même que les professeurs de physique et de chimie, n'ont pas caché les difficultés qu'éprouvent les élèves qui passent aux cours de sciences avancés, après une session d'été. En fait, ils ne suivent ces cours que pour obtenir les unités : « L'examen qu'ils subissent porte forcément sur ce qui a été étudié en classe. Or on ne peut, en trois semaines, voir autant de matière qu'en cinq mois; alors, évidemment, l'examen couvre un champ de connaissances beaucoup plus restreint. »

Ressources

Les élèves doivent faire l'achat des manuels recommandés pour chacun de leurs cours de sciences (voir annexe B), ce qui impose un fardeau financier considérable à certaines familles. Pour éviter cela, les professeurs de biologie ont décidé d'utiliser un seul manuel pour les cours de 10e et 11e. Certains professeurs auraient préféré conserver la version « verte » du *Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)* pour le cours de Biologie 20, parce que l'écologie y est très bien traitée, mais d'autres ont fait remarquer que les étudiants trouvaient déroutante l'organisation systémique de la matière dans ce livre, et qu'ils préféraient la présentation factuelle fondée sur la classification des plantes et des animaux, comme dans l'ouvrage *Modern Biology* de Otto et Towle. Pour chaque classe, des séries d'ouvrages complémentaires, d'âge variable, sont à la disposition des élèves, bien qu'on les utilise peu dans les cours de chimie.

Le réseau scolaire de la ville dispose d'une cinémathèque très bien garnie, qui accorde aux écoles des prêts d'une semaine. Cependant, elle ne prête un film qu'une seule fois par semestre et par école. Or, chacun des quatre professeurs de biologie donne son cours selon une chronologie personnelle et il se peut que l'arrivée d'un film à l'école ne convienne qu'à un seul d'entre eux; les trois autres doivent alors décider, soit d'intégrer

quand même le film dans leur cours, en interrompant l'étude du sujet du moment, soit de n'en tenir aucun compte. Dans le premier cas, voici comment un professeur de biologie de 12e a introduit un film sur la photosynthèse et la respiration, alors qu'il avait commencé l'étude des mouvements cellulaires avec ses élèves :

> « Aujourd'hui, nous allons interrompre notre étude actuelle pour regarder un film sur la photosynthèse et la respiration, parce que ce sujet vient tout de suite après dans notre programme, et que ce film ne pourra pas nous être prêté à nouveau ultérieurement. Soyez donc prêts à prendre des notes; inscrivez le titre, "Respiration et photosynthèse", sur une nouvelle page, et le mot "film" entre parenthèses, pour vous rappeler d'où vient l'information que vous aurez notée. »

Le film, datant des années soixante, a laissé indifférents des élèves qui n'ont même pas pris de notes. Plusieurs ont conversé entre eux très discrètement jusqu'à la fin de la projection, et le professeur a poursuivi ainsi: « Nous aborderons la respiration très bientôt mais, pour l'instant, revenons aux mouvements cellulaires. » Nous avons eu l'impression que pour des élèves habitués aux splendides effets visuels de « La guerre des étoiles » et de « Cosmos », des documentaires vieux de 15 ans sont assez ternes et même mornes. Cette réaction pourrait expliquer l'attitude d'un autre professeur à propos de l'utilisation épisodique des films :

> « Les films ne sont plus pour moi un outil d'enseignement. J'avais l'habitude de faire une introduction bien structurée, puis de projeter le film et de terminer par un bon débat. Maintenant, j'utilise plutôt les films pour illustrer un sujet dont j'ai parlé ou pour en introduire un nouveau. »

La bibliothèque de l'école, qui compte 25 000 volumes, est gérée par 2 bibliothécaires et 2 assistants. Dans son budget de l'an dernier, un crédit de 17 000 $ a été prévu pour l'achat de nouveaux livres. On encourage tous les membres du personnel à participer à la sélection d'ouvrages nouveaux, mais, selon les dires du bibliothécaire, la responsabilité du choix des titres, à partir des catalogues, lui incombe en grande partie. La section de physique possède des ouvrages sur l'astronomie et sur les sciences de la terre, et, dans la section de biologie, on trouve un large éventail de publications traitant de sujets aussi divers que les inventions, l'acupuncture, la génétique et l'évolution.

Le contexte pédagogique

Les professeurs ont chacun leurs idées sur la nature du savoir scientifique et sur le sens de l'enseignement des sciences et ils les véhiculent inconsciemment dans leurs activités quotidiennes et leurs échanges avec les élèves. On les retrouve dans ce qu'ils attendent des élèves et d'eux-mêmes, ainsi que dans tous les aspects des communications d'élèves et de professeurs, qui engendrent par elles-mêmes des conceptions sur l'instruction et le savoir. Implicitement ou explicitement, les professeurs de sciences

communiquent des messages à propos de leur discipline tout au cours de leurs journées.

Le savoir et l'apprentissage dans les cours de sciences

L'idée courante, selon laquelle le programme d'études est un ensemble de connaissances, extérieures à l'élève et au professeur, et présentées dans des directives ministérielles et les manuels prescrits, semble gouverner, en majeure partie, l'enseignement des sciences à l'école. Les professeurs sont fermement attachés au contenu des cours recommandés par ces directives, et ne cachent pas qu'ils ne se préoccupent pas d'interpréter autrement les indications touchant la réalisation du programme. Chaque matière est décomposée en modules distincts s'enchaînant logiquement et dont l'assimilation peut être vérifiée par des tests à correction objective. Le cours de chimie de 10e comporte « cinq modules essentiels : (1) un module descriptif sur les éléments chimiques et l'étude des formules chimiques; (2) l'écriture et la résolution des équations; (3) la conversion de la masse en grammes en masse molaire; (4) la transformation de la masse molaire en grammes; et (5) un module qui rassemble les connaissances des quatre modules précédents ». Plusieurs professeurs se sont dits satisfaits du caractère rigide du programme de chimie, qui fait appel aux trousses *ALCHEM*: « Il n'est pas nécessaire de faire des quantités de recherches dans différents livres, ni de concevoir notre propre matériel pédagogique. » « Tout est établi, il n'y a qu'une seule bonne réponse. Comme il n'est pas nécessaire de prendre de décisions sur ce qu'il faut inclure ou ne pas inclure dans le programme, nous sommes en mesure d'avoir des échanges beaucoup plus spontanés avec nos élèves. »

L'un des professeurs de biologie a composé des ensembles d'apprentissage pour tous les modules de chaque cours. Chaque ensemble comprend un exposé des objectifs, par exemple : être capable de reconnaître les structures, de définir des termes, d'énoncer des concepts ou d'expliquer l'importance des concepts. Y sont également énumérés différents moyens d'apprentissage, pour aider les élèves à atteindre les objectifs donnés : lectures dans le manuel de classe, étude de graphiques, expériences de laboratoire, conférences ou films. Chaque module se termine par un test de contrôle. Le professeur nous a indiqué que ces ensembles fournissent à l'élève un cadre lui permettant de commencer à établir des relations selon un processus que nous nommons : apprentissage. De plus, ils constituent pour le professeur un moyen de contrôle : tout d'abord, des connaissances qui doivent être notées et par conséquent évaluées (un professeur faisait, en effet, remarquer ceci : « Même si certains sujets sont incroyablement arides, on peut les rendre plus intéressants en y ajoutant des éléments que les élèves ne sont pas obligés de retenir »); deuxièmement c'est un moyen de contrôle des responsabilités du professeur envers les élèves et leurs parents, l'administration de l'école et le conseil scolaire. Toutefois, cette stratégie par ensembles d'apprentissage, compte tenu du cadre scolaire, a tendance à laisser de côté certains aspects non évaluables et non con-

trôlables du programme officiel tels que les attitudes, les valeurs et interprétations personnelles et la pensée critique. Ce sont des aspects impossibles à « normaliser », puisqu'ils dépendent de manières d'apprendre liées au tempérament personnel et qu'ils sont mal définis. La faculté d'interprétation de l'élève est niée lorsqu'il s'agit pour lui de faire sien le cadre de connaissances du professeur ou du spécialiste, s'il veut réussir et obtenir de bonnes notes. Le test qui suit illustre ce fait :
L'enseignant explique de façon sommaire le phénomène de la photosynthèse à l'aide d'un schéma imprimé sur une feuille.

Bon nombre des caractéristiques de ce contexte institutionnel sont l'héritage d'une époque où enseigner signifiait transmettre un savoir éprouvé et où apprendre consistait à assimiler ce savoir. Les professeurs de l'école n'acceptent plus nécessairement un tel postulat aujourd'hui, et pourtant chacun d'eux doit tenir compte des structures qui l'encadrent. La disposition des salles de classe et les contraintes des horaires limitent les possibilités d'échanges entre professeurs et élèves. L'un des enseignants qui enseigne chaque jour à quatre classes de 10e, souhaiterait pouvoir donner un seul cours magistral à tous ses élèves réunis et consacrer le reste de son temps à des ateliers, avec des petits groupes. Or, les locaux existants et les horaires actuels ne lui permettent pas de réaliser ce projet. Un autre professeur, conscient que chacun apprend à son propre rythme, se voit forcé de mettre tous ses élèves au même pas « simplement à cause des exigences du reste de l'école ». Il laisse entendre que les obligations des autres cours l'emportent sur la souplesse qu'il voudrait donner à son propre horaire.

Évaluation du rendement des étudiants

Dans toutes les matières, des contrôles sanctionnent l'étude de chaque partie du cours et il n'est pas rare que les élèves subissent une épreuve portant sur des questions qu'ils ont étudiées la semaine même. Il semble y avoir contradiction entre la responsabilité qu'ont les professeurs de préparer « leurs » élèves aux étapes suivantes de leurs études en leur assurant une solide formation de base, et la nécessité de fournir un ensemble de chiffres mesurant les résultats de l'enseignement à court terme. Un bon nombre de tests et tous les examens finals ont lieu sous une seule forme, celle des questions à réponses multiples. (Le nombre des devoirs écrits est limité à un seul par matière.) Il semble que le genre de questions posées lors des contrôles soit un sujet de préoccupation pour les professeurs qui désirent comprendre le cheminement de la pensée chez leurs élèves. À cet égard, les questions à réponses multiples ne sont d'aucun secours, mais la seule force du nombre oblige à y recourir. Et un professeur d'indiquer : « J'ai dû laisser mes critères d'évaluation parce que les classes sont trop nombreuses; je dois me servir à la fois des questions à réponses multiples et des problèmes à résoudre, au lieu de n'utiliser que les seconds. »

Le département de sciences s'est constitué une banque de questions à réponses multiples, mais certaines d'entre elles sont de valeur contesta-

ble. Un professeur faisait remarquer à ses élèves de 12e :

« J'attire votre attention sur le numéro 5. Pour ma part, j'aime que mes diagrammes soient assez précis mais je ne sais pas au juste d'où vient celui-ci. Je pense que l'auteur était à moitié endormi en le dessinant ou bien qu'il ne se souciait pas beaucoup de la précision. Je veux toutefois vous faire remarquer que la courbe devrait être bimodale en réalité; le premier sommet devrait être entre bleu et violet, et le second, entre orange et rouge. Même l'ordre des couleurs du bas est inexact. Ce diagramme n'est donc pas très précis, mais la meilleure réponse est celle qui est donnée ici, bien que les lignes ne soient pas exactes. »

Pour chaque discipline, les barèmes de notes sont soigneusement établis de manière à assurer l'uniformité d'une classe à l'autre. Les élèves du cours de Biologie 30 reçoivent un barème montrant la répartition détaillée des points de 15 éléments donnés pour un devoir de recherche, lequel vaut, au plus, 15 % de la note finale du cours. Les examens finals (constituant 25 % de la note générale) sont les mêmes pour toutes les classes de même niveau, conformément aux lignes de conduite fixées par la commission scolaire et la direction de l'école en vue d'assurer le plus d'uniformité possible dans les normes. Cependant, les professeurs reconnaissent que l'on retranche parfois de la note finale les questions d'examen relatives à des sujets qui n'ont pas été étudiés en classe.

Le facteur principal définissant le cadre scolaire de cet établissement semble être le fait que les élèves doivent acquérir les diplômes qui leur permettront de poursuivre leurs études et leur formation. Le rôle de l'école est alors de faire en sorte qu'ils profitent de celles-ci le plus efficacement possible.

L'enseignant : Les molécules d'hydrogène se combinent, dans la chaîne de réactions suivante, au dioxyde de carbone, et il en résulte un produit que nous appellerons CH_2O; mais, même si le CH_2O n'est pas le véritable produit de la photosynthèse (c'est quelque chose d'autre), il contient ces éléments dans cette proportion. Quoi d'autre? Y a-t-il d'autres produits? Eh bien, il y a de l'eau, qui est un sous-produit. Ici, vous avez l'hydrate de carbone; en fait, l'hydrate de carbone que produit la plante par synthèse est le PGAL. Quel en est le nom entier? Vous l'avez déjà vu en étudiant la respiration?

L'élève : Le phosphoglycéraldéhyde.

L'enseignant : C'est exact. Ainsi, le produit réel de la photosynthèse n'est ni le sucre ni le glucose, c'est le phosphoglycéraldéhyde. La plante va prendre les molécules du PGAL et les combiner pour produire une molécule de sucre ordinaire.

Au retour des copies notées du test de contrôle sur la photosynthèse (questions à réponses multiples), un élève était nettement étonné de constater qu'il semblait avoir mal interprété la succession des réactions

photosynthétiques.

L'élève : Puis-je poser une question au sujet du n° 24?

L'enseignant : Oui.

L'élève : Pourquoi le sucre est-il le produit final de la photosynthèse?

L'enseignant : Le sucre? Eh bien, le PGAL est un produit; la seule différence, c'est que les éléments énumérés avec le PGAL ne sont pas des produits. Donc, la *meilleure* réponse doit être le sucre parce que toutes les parties de la réponse sont vraies.

L'élève : Alors, il ne devrait y avoir aucune bonne réponse.

L'enseignant : Non, L'ATP, l'oxygène sont des produits; l'eau est un produit, de même que le sucre.

L'élève : Je croyais qu'après l'étape du PGAL, le phénomène n'avait plus rien à voir avec la ...(photosynthèse).

L'enseignant : Eh bien, si, le PGAL se combine dans une chaîne de réactions pour former le sucre.

L'élève : Mais, le sucre n'a rien à voir avec la photosynthèse.

L'enseignant : Eh bien, non. Ils sont le produit final de la photosynthèse, même si, en réalité, les molécules qui se forment sont des molécules de phosphoglycéraldéhyde. La plante utilise ces molécules et les transforme en molécules de sucre; donc, le sucre est incontestablement un produit de la photosynthèse : le processus n'est pas direct, le sucre n'est pas le produit réel de la réaction photosynthétique. Il n'y a qu'une étape entre le PGAL et les sucres. Regardez dans n'importe quel livre, et vous verrez qu'on donne le sucre, et non le PGAL, comme produit final. C'est juste une question d'interprétation; il faut aller une étape plus loin.

Il n'est pas courant qu'un élève persiste à ce point pour faire accepter son interprétation des données qu'on lui a fournies. Habituellement, les élèves offrent le moins de résistance possible, sauf lorsque leurs notes sont en jeu.

Les professeurs ne croient pas tous que le programme représente un ensemble de connaissances factuelles. Certains admettent franchement que la conception du monde d'un élève peut être considérablement différente de celle d'un spécialiste. Dans ses classes, le professeur s'est donné énormément de mal pour faire comprendre à ses élèves que le savoir est quelque chose de provisoire et de personnel, qu'il n'est ni définitif ni sacro-saint. « Nous avons dit en classe qu'il ne fallait pas accepter comme "fait" tout ce qui sort de la bouche des spécialistes. » Cette mise au point a eu pour effet de créer une atmosphère détendue où les élèves ont pu faire part de leurs idées sans craindre d'être ridiculisés. De même, ils dévoilent leurs conceptions sur les phénomènes naturels dans leurs réponses écrites à des questions telles que : « D'après *vous*, quelle est la cause de la gravité? » Dans les débats qu'il organise ensuite en classe, ce professeur a déjà une certaine connaissance des processus mentaux de ses élèves.

En général, les élèves montrent plus leur intérêt pour un sujet donné

lorsqu'ils travaillent en petits groupes ou discutent seuls avec le professeur qu'en pleine classe. La discussion qui suit a eu lieu vers la fin du cours, dans une classe de 12e. Le cours portait sur la théorie de la transfusion sanguine; après une période de questions libres ayant permis de compléter l'information donnée, le professeur conseille aux élèves de lire leur manuel sur ce sujet pendant le reste du cours. Un étudiant interpelle le professeur qui passait :

Un élève : À quoi servent les anticorps de groupe sanguin?

Le professeur : Je ne vois pas l'utilité naturelle à ce que le corps puisse combattre les protéines d'un sang étranger. Les anticorps font partie de la constitution génétique de l'individu.

L'élève : Il ne se fait pas de transfusion de sang dans la nature.

Le professeur : Non. Mais alors, il n'y a aucune utilité à ce que les protéines de ta peau ou de tes muscles soient différentes des miennes. Dans la nature, il n'est pas besoin de greffes d'organes. Malgré tout, cette différence existe.

L'élève : Est-ce seulement une coïncidence?

Le professeur : D'une certaine façon, oui, même si je ne suis pas sûr que ce terme soit juste. C'est plutôt une marque du caractère unique de l'individu : chaque être humain est unique, du fait de sa constitution génétique. C'est une des caractéristiques de la nature.

L'élève : Ces anticorps ont peut-être une certaine utilité, mais nous ne la connaissons pas?

Le professeur : C'est ça. Je ne fais que des suppositions; c'est une simple théorie.

Dans bien des cas, la distinction entre les connaissances scolaires et celles de la vie courante persiste. Un professeur tentait de donner une explication rationnelle de cet écart en disant :

> « Ils n'utiliseront peut-être jamais ces connaissances, mais, ce qui peut être important, c'est le processus par lequel ils doivent passer pour apprendre cette matière. Cela les aidera peut-être à apprendre quelque chose d'autre qui aura de l'importance. D'ailleurs, comment pouvons-nous savoir si ce ne sera pas important? »

Cette séparation entre connaissances courantes et savoir théorique semble étroitement liée à la nécessité, considérée comme allant de soi, de préparer les élèves soit pour l'année suivante du cycle secondaire, soit pour l'université. Un professeur de chimie dit ceci :

> « Il faut étudier les notions élémentaires, car le cours suivant est basé là-dessus; les options sont intéressantes, mais ne permettent pas nécessairement de passer à l'étude de l'unité suivante. Les options sont des prolongements, en général concrets, utilisés couramment dans l'industrie, de la théorie élémentaire. »

Dans les classes de sciences physiques, il faut beaucoup de temps, d'exercices et de répétitions pour amener les élèves à obtenir des résultats satisfaisants sur les notions de base. C'est pourquoi les cours de Chimie

10 et 20, et de Physique 10 et 20, comportent très peu de sujets facultatifs. En 12e année, les cours de Chimie 30 et Physique 30 ont chacun une partie facultative : l'un sur la chimie de la radiation, et l'autre sur la vitesse de la lumière. Soucieux de ne pas voir leurs élèves interrompre leurs progrès dans la suite de leurs études, les professeurs de physique ajoutent au programme imposé en physique au secondaire. Si on le considère comme un programme préparant à l'université ou au collège technique, il a besoin d'être amélioré, car « il contient quelques [illegible] qu'il faut combler : nous savons ce qu'ils (les élèves) doivent être capables de faire à l'université ou dans les écoles techniques ».

Le cours de sciences de 11e étant considéré comme un cours final, les professeurs ne se sentent pas obligés de fournir aux élèves une base solide d'informations techniques, destinée à les préparer aux années suivantes. N'étant plus liés par les instructions détaillées du guide pédagogique provincial, ils peuvent choisir des sujets qui intéressent davantage les élèves. Un des professeurs croit que ce cours devrait permettre aux élèves d'apprendre « ce qu'ils voudront savoir dans la vie ». Présentement, cela signifie leur faire étudier la physiologie humaine. Ce cours de 11e donne la possibilité d'aborder l'activité scientifique sous un angle explicatif, mais, comme l'a fait remarquer un administrateur de l'école, « il a malheureusement acquis une mauvaise réputation et tend à être réservé aux élèves qui réussissent moins bien ». Les professeurs de physique, tout en reconnaissant qu'il faudrait rendre les cours moins théoriques et moins mathématiques, n'ont pas manqué de souligner que ceux-ci devaient tout de même préparer les élèves à l'université, considérée comme la garante de la vraie connaissance. À tous les niveaux du système scolaire, on a l'impression que c'est l'université qui authentifiera les connaissances acquises à l'école.

On a voulu réduire cet écart entre connaissances théoriques et vie courante en offrant aux élèves de Biologie 30 un cours de six semaines sur les techniques de réanimation cardio-pulmonaire. Les professeurs de biologie, tous qualifiés pour donner ce cours, se partagent les tâches d'enseignement et de contrôle pendant l'heure du repas et leurs périodes libres. Professeurs et élèves ont manifesté beaucoup d'enthousiasme à l'égard de cette initiative, qui leur a semblé pouvoir être toujours utile à l'extérieur du cadre scolaire.

Dans ce même esprit, l'école a mis sur pied un autre cours pratique, le cours d'Écologie 20, qui donne la possibilité aux élèves d'étudier les principales caractéristiques et les implications des écosystèmes locaux. Les professeurs de cette classe n'ont pas la tâche facile, car ils doivent organiser les activités en fonction du groupe des forts, très motivé (les spécialistes) et des faibles (qui veulent obtenir des unités facilement).

Science et science scolaire

Nous avons parlé plus haut de l'idée très répandue selon laquelle les connaissances scolaires sont transmises dans un certain ordre, en respectant certaines normes, qu'elles sont vérifiables, mais aussi sans rapport avec

les connaissances de la vie courante et le bon sens. Ces caractéristiques décrivent la nature du savoir que doivent transmettre les programmes scolaires de sciences. Les « faits » sont le produit de longues recherches, un composé de données rassemblées au cours des années. La quantité d'informations est tellement énorme que la tâche du professeur consiste, à ses yeux, à « condenser cette information de façon à en extraire ses éléments les plus importants ».

On consacre très peu de temps, à l'école, à la discussion de l'activité scientifique comme telle; les méthodes employées par les savants d'autrefois et d'aujourd'hui ne font l'objet d'aucun examen critique. Voilà comment les recherches sur la structure des membranes cellulaires ont été présentées à une classe de 10e année :

> « Dans un des laboratoires de l'université, les chercheurs étudient cette question depuis des années et ils ne trouveront peut-être jamais la réponse. Le petit élément qu'ils découvrent, ils le publient. Quelqu'un d'autre reprend cet élément par hasard et va un peu plus loin, faisant avancer la connaissance sur le sujet, et puis, quelqu'un d'autre encore arrive, rassemble toutes les informations et on se retrouve avec un autre modèle. »

Une grande découverte n'est autre que le fruit de nombreuses et pénibles années de travail accomplies par des groupes très nombreux et différents de chercheurs.

Certains professeurs de sciences commencent à s'intéresser à un autre aspect de la recherche : celui de la politique scientifique. Un professeur nous a expliqué qu'il parle des rapports existant entre les bourses de recherche, les applications industrielles, les grandes entreprises et la politique. Selon lui, il est faux de considérer le travail des savants comme neutre et sans valeur; il est de plus en plus important de discuter de ces idées avec les élèves, pour inciter ces derniers à réfléchir et à formuler leurs propres opinions.

Pour le cours de Biologie 30, le guide pédagogique provincial précise que les aspects historiques des sujets ne doivent être traités que d'une façon générale, ce que font, d'ailleurs, les professeurs. Ils font observer qu'il est difficile de stimuler l'intérêt des élèves pour une autre époque, quand celle d'aujourd'hui est si riche en information. Le guide dit que tous les élèves du cours de Biologie 10 devraient pouvoir associer à la théorie cellulaire les noms de deux savants européens, mais ne dit pas *pourquoi*. Pour les inciter à réfléchir sur la nature de la théorie et sur ses relations avec les progrès de la science? Un professeur fait remarquer :

> « Aujourd'hui, il semble un peu simpliste d'arriver à la conclusion que les organismes vivants sont formés de cellules. Vous savez ça depuis la 1re ou la 2e année du primaire quand votre premier instituteur a prélevé quelque chose sur une plante en la grattant et l'a placé sous le microscope pour que vous regardiez. Mais, dans les années 1800, ces deux chercheurs, Schleiden et Schwann, sont arrivés à la conclusion que chacun des organismes avec lesquels ils travaillaient (plantes et animaux) était composé de cellules. Cette constatation,

que les organismes vivants sont composés de cellules, fut une découverte de taille dans l'évolution de la théorie cellulaire. »

Dans la même leçon, une allusion est faite au conflit entre l'Église et la science au sujet de l'origine de la vie, mais, comme les théories sur l'origine de la vie ont été traitées dans l'unité précédente, la question n'est pas discutée à nouveau.

Les classes de sciences en général prennent soin d'éviter les discussions rigoureuses sur les polémiques qui se sont élevées entre scientifiques. Le guide des programmes de physique actuel accorde une place importante à l'histoire de la formation des théories de la physique, à la façon dont le travail des physiciens pourrait illustrer les valeurs et les aspirations de la société dans laquelle ils vivaient ou vivent encore. Les professeurs, cependant, croient qu'une telle méthode, qui s'appliquerait très bien à un cours sur l'histoire de la physique, omet fâcheusement les activités pratiques nécessaires pour un cours de physique. Les manuels prescrits sont jugés satisfaisants dans la mesure où l'enseignant a une bonne connaissance pratique des concepts de la physique et de leurs applications. Toutefois, les ouvrages supplémentaires sont utilisés (voir annexe B). Un professeur explique comment il introduit certaines applications :

« Les champs magnétiques font dévier les électrons, et j'explique comment cela se passe dans le tube cathodique d'un téléviseur, parce que je sais comment cela fonctionne. Mais, le livre ne parle pas du tout de la télévision. On y mentionne seulement que J.J. Thompson a mis au point le tube à rayons cathodiques et qu'il à réussi à faire dévier des électrons. Ça n'entre pas dans la tête des élèves, à moins de leur montrer un exemple concret, et c'est ce que je fais. »

Voici comment a été présenté, à des élèves de 12e, le litige classique au sujet de la nature de la lumière :

L'enseignant : Habituellement, à mesure qu'on avance dans les textes choisis, on n'arrête pas de se dire qu'on connaît un tel et un tel. Pouvez-vous me dire, en ce qui concerne la théorie de la lumière, par qui nous commençons?

L'élève : Isaac Newton.

L'enseignant : Et Huygens. Il est question ici de 1680 et de la polémique intellectuelle qui opposait deux écoles de pensée. Newton croyait que la lumière se comportait fondamentalement comme des particules, et nous avons donc la théorie corpusculaire de la lumière. Huygens, de son côté, pensait que la lumière se propageait à peu près comme des ondes.

Le professeur établit ensuite la corrélation entre les particules et les ondes, et les caractéristiques de la transmission, de la réflexion et de la réfraction. Puis il ajoute :

Le professeur : L'autre argument porte sur la diffraction: les vagues ont tendance à diffracter. On a parlé de la diffraction la semaine dernière. Max, de quoi est-il question?

L'élève : De particules diffractées sur un miroir?

Le professeur : La diffraction. Il faut que vous connaissiez ces termes.

L'élève : Quand ça tourne au bord d'un obstacle?

Le professeur : Exact. La déviation au bord d'un obstacle. En 1680, on ne pouvait pas voir la lumière dévier ainsi et le problème est resté entier, jusque vers les années 1800. À ce moment, un scientifique du nom de Young fit une expérience à l'aide de grilles de diffraction et de fentes étroites, et put observer le phénomène. Vous trouverez cette expérience à la page 253 de votre livre...

Dans ce cas, la théorie de la lumière est présentée aux élèves de façon très abstraite. Dans une autre classe, par contre, on invite les élèves à se mettre dans la peau d'un savant d'autrefois et d'imaginer les conditions de travail au temps de Galilée, par exemple. On les incite à porter leurs propres jugements de valeur en répondant, par écrit, à des questions telles que : « Croyez-vous que Galilée a été bien traité? Croyez-vous qu'une telle chose pourrait arriver à un savant aujourd'hui? »Le professeur avoue que ce genre d'exercice est difficile à noter, mais qu'il a pour but, avant tout, de faire réfléchir les élèves. Il trouve souvent pénible d'avoir à utiliser l'évolution historique des concepts de physique comme base de discussion des aspects sociaux, politiques et moraux des activités appelées scientifiques, car les élèves de 10e et de 11e sont peu habitués aux débats en classe, et ne sont pas disposés à faire chez eux les exercices quotidiens nécessaires pour préparer ces échanges. Bien que les élèves de 12e semblent apprécier cette occasion de s'exprimer, « ils donnent l'impression de ne rien savoir de ce qui se passe autour d'eux ».

En général, dans les classes de sciences, on accorde peu d'attention aux outils théoriques dont se servent les savants. Voici comment deux notions scientifiques ont été présentées à deux classes de 10e :

> « Les modèles ne sont pas une explication définitive; ce sont des tentatives d'explication. Si l'on élabore un modèle capable d'expliquer différents phénomènes, celui-ci restera valable jusqu'à ce que quelqu'un d'autre se présente et le modifie légèrement. Les modèles sont conçus pour essayer d'expliquer des phénomènes. Ils sont faits pour être changés; ils ne sont pas la réponse. Je vous ai demandé de lire un court paragraphe dans votre livre au sujet de l'importance des modèles; cela vous aidera à comprendre leur valeur dans l'élaboration des théories. »

Et :

Le professeur : Tous les calculs sont basés sur une théorie que nous utilisons tout le temps. Sur quelle théorie toute la chimie est-elle fondée?

L'élève : Celle de la masse?

Le professeur : Non, pas la conservation de la masse.

L'élève : Les atomes?

Le professeur : La théorie des atomes. Maintenant, pourquoi l'appelle-t-on la théorie atomique? Pourquoi est-ce une *théorie*?

L'élève : (réponse inaudible)

Le professeur : Comment peut-on le prouver? Personne n'a jamais vu ces atomes. Nous ne sommes pas absolument certains de leur existence. Il n'y a pas de preuve réelle, mais cela ne nous empêche pas d'utiliser la théorie atomique. Pourquoi la théorie atomique est-elle utilisée partout?

L'élève : Parce qu'elle marche.

Le professeur : Parce que les faits confirment la théorie. Mais je crois que la réponse de Tom est la plus simple, c'est parce qu'elle marche.

Expériences de laboratoire

Un bon nombre des classes observées comptaient plus de 32 élèves. Faire exécuter des expériences de laboratoire à plus de 30 élèves qui n'y connaissent rien n'est pas un tâche facile, aux dires des professeurs. « Ils n'ont que 40 minutes pour s'installer et rassembler les données. Il faut donc leur montrer à l'avance ce qu'ils auront à faire. » La plupart des professeurs préparent leurs élèves dans le cours qui précède; ils leur donnent les instructions détaillées et leur montrent comment se servir des instruments. Les expériences, quelle que soit la science étudiée, ont toujours pour but d'illustrer ou de confirmer la théorie qui a été vue en classe.

Les démonstrations faites par le professeur remplacent souvent les expériences des élèves : elles sont moins décevantes et font gagner du temps. Dans les cours de chimie de 10e et de 11e, les élèves font très peu de manipulations; la matière à étudier laisse peu de temps pour les expériences en laboratoire, peut-être une par module. Prenons l'exemple d'un cours de 10e qui en est à ses derniers jours. Il faudrait que chaque élève vérifie la loi de conservation de la masse en faisant une expérience avec le cuivre et le nitrate d'argent, mais le temps manque. Un professeur suppléant a donc commencé la démonstration, que le professeur régulier poursuit au cours suivant. Ce dernier inscrit d'abord au tableau l'équation de la réaction chimique, puis les calculs pour la conversion de la masse en moles et vice versa.

Se tournant vers la classe, il explique :

« Bon, voilà la quantité que nous *devrions* obtenir. Ça, c'est ce qu'on appelle le rendement théorique; d'après la quantité de nitrate d'argent que nous avons utilisée, nous devrions avoir 1,94 g d'argent. Pesons maintenant ce que nous avons obtenu. Je pèse l'argent avec le papier filtre. »

Le professeur s'exécute : il met le papier filtre et l'argent qui s'y est déposé sur une balance à fléau placée sur une table devant la classe. Les élèves lui indiquent le poids du filtre avant la filtration, et on soustrait ce dernier pour connaître le poids de l'argent.

« Nous avons 1,97 g, alors qu'on aurait dû obtenir 1,94 g. Résultat assez exact. Il pourrait y avoir diverses erreurs expérimentales. Calculons le pourcentage d'erreur. Quelle est la différence entre ces deux valeurs? Elle est de 0,03. En considérant comme exacte la valeur

théorique, cela ne nous donne que 1 ou 2 % d'erreur. La marge d'erreur peut atteindre jusqu'à 10 % sans compromettre le succès de ce genre d'expérience. »

On n'a pas poussé plus avant l'étude de la nature des erreurs que peut entraîner ce type de mesure, même si, pour le cuivre, l'écart par rapport à la valeur théorique était beaucoup plus important.

Dans un cours de physique de 10e, les élèves prennent une part active à la démonstration que fait le professeur de l'accélération causée par la gravité, et on porte, cette fois, une attention spéciale aux erreurs qui peuvent être commises pendant l'expérience.

Le professeur : À quoi faut-il encore faire attention pour le chronométrage?

Un élève : Quand je l'ai laissée tomber (boule d'acier), on a entendu « clic, clic, clic... »

Les autres : Oui.

Le professeur : Qu'est-ce qu'on peut faire pour tenir compte de notre temps de réaction? Il va peut-être falloir faire quelques essais avec les chronomètres. Il vaudrait peut-être mieux aussi compter un peu avant de commencer. À votre avis, comment pouvons-nous calculer le temps de réaction, et trouver une façon de déterminer le temps de réaction des chronométreurs?

Voilà ce que je remarque : le chronométreur vous indique le moment du départ, n'est-ce pas? Il dit « Préparez-vous, 3, 2, 1, partez. » Il y a à ce moment-là un temps de réaction, très bref; mais, ensuite, suivant des yeux la chute de la boule, vous prévoyez quand elle va atteindre la fin de sa course et vous arrêtez le chronomètre au moment précis où cela se produit. Est-ce que c'est bien?

Un élève : Oui.

Un autre : Non.

Un autre : Non.

Le professeur : Pourquoi n'est-ce pas bien?
(pas de réponse)

Le professeur : Eh bien, s'il a fallu un certain temps pour mettre le chronomètre en marche, il faudrait mettre le même temps pour l'arrêter, pour que l'un annule l'autre. Aussi, je me demande si l'on fait bien de suivre des yeux la chute de la boule.

Un élève : On pourrait l'écouter tomber.

Le professeur : Le chronométreur pourrait dire « Partez »; tout le monde calculerait son temps de mise en marche du chronomètre puis prendrait le même temps pour l'arrêter. Ainsi, au lieu de vous fier à vos oreilles pour mettre le chronomètre en marche et à vos yeux pour l'arrêter, vous vous

serviriez du même sens et votre temps de réaction serait identique.

Plus tard dans la même classe

Le professeur : Autre chose, au sujet de la chute. C'est la même personne qui compte et qui laisse tomber la boule : est-ce que ça risque d'augmenter ou de réduire l'erreur, d'après vous? Parce qu'elle compte, est-ce qu'elle ne sera pas portée à laisser tomber la boule un peu avant le moment voulu? Que pourrait-on faire pour éviter cela?

Un élève : Quelqu'un d'autre pourrait compter.

Le professeur : D'accord. Marc va compter. Les chronomètres sont prêts? Ne regardez pas la boule.

Plus tard encore

Le professeur : Nous avons deux séries de mesures ici. L'une est assez précise – il n'y a que peu de différence entre les valeurs. Dans l'autre, nous avons essayé de réduire certaines des erreurs causées par le temps de réaction et d'autres facteurs. On ne sait pas exactement laquelle est la meilleure : dans ce cas-ci, on croit avoir évité certaines erreurs liées au temps de réaction, mais les autres résultats sont plus précis.

Ce professeur évite soigneusement le piège de la « bonne réponse », reconnaissant implicitement que notre savoir est le produit de notre activité. Cela se voit dans des remarques comme celle-ci : « On peut qualifier cette mesure-ci de résultat expérimental et celle-là de valeur de référence parce que vous pouvez la trouver dans un manuel, des scientifiques l'ayant chaque fois obtenue au bout de nombreuses expériences minutieuses. » L'échange suivant dénote le même souci :

Le professeur : Croyez-vous que cette valeur est un pourcentage d'erreur raisonnable?

Un élève : Oui.

Un autre : Non.

Le professeur : D'après cette expérience, croyez-vous qu'effectivement l'accélération causée par la gravité est d'environ 9,8 m/sec^2?

Un élève : Oui.

Le professeur : Vraiment? D'après *une seule* expérience?

Un élève : Pas vraiment.

Le professeur : C'est pourquoi nous allons faire une autre expérience demain.

Le département des sciences de cette école est bien organisé et le matériel de laboratoire est facilement accessible. Quatre professeurs donnent leurs cours dans le laboratoire même, les autres, dans des classes adjacentes. Deux techniciens ont un grand local à leur disposition pour préparer tout ce dont les professeurs ont besoin pour leur cours. Malgré cela, nous avons eu l'impression – confirmée par un professeur – qu'il ne

se fait pas de véritables travaux de laboratoire dans cette école. Un professeur de biologie nous a dit que le manque de temps obligeait souvent à sacrifier les travaux pratiques : « Les expériences de laboratoire viennent compléter la théorie que nous enseignons. Ils sont un excellent moyen d'éveiller l'intérêt des élèves, mais l'obligation que nous avons de voir toute la matière nous empêche d'y avoir recours comme il faudrait. » Dans le cours de Biologie 10, les élèves étudient les caractéristiques et l'organisation cellulaire de divers organismes. Mise à part la préparation de montages humides de pelures d'oignons ou de cellules prélevées sur la face interne des joues, l'analyse de cellules ou d'organismes représentatifs se limite à des spécimens de conservation et à des porte-objets préparés par une firme commerciale. On demande rarement aux élèves de dessiner des schémas ou de rédiger des rapports de laboratoire. On ne consacre qu'un ou deux cours à la dissection de vers de terre, de grenouilles et de foetus de porc, l'objectif étant simplement d'apprendre aux élèves à reconnaître les organes qui leur ont été décrits auparavant.

Le cours de Biologie 20 comporte deux parties principales : l'écologie et la génétique. On mène les élèves en excursion dans un bois de peupliers, où on leur montre certaines des méthodes qu'emploient les biologistes pour étudier les écosystèmes naturels : analyse de la végétation à l'aide de quadrat ou de transect, étude de la distribution des invertébrés, analyse des sols et relevé des conditions physiques. Les élèves, par groupes de trois ou quatre, rassemblent les données dont ils ont besoin pour leurs analyses. Dans les cours suivants, ils mettent en forme le résultat de leur travail et toute la classe rédige un rapport ou répond à des questions portant sur les données recueillies par l'ensemble des élèves. Cette enquête écologique a pour but de montrer aux élèves la démarche méthodique de la recherche scientifique. On attire leur attention sur les sources possibles d'erreurs, sur les limites que comporte toute généralisation et sur les problèmes nouveaux que la recherche peut mettre en évidence. Selon un professeur, ce cours ne produit guère de bons résultats. « Il ne donne en effet aux élèves qu'une compréhension superficielle de la méthode scientifique (hypothèse, vérification, déduction); bien que le programme de sciences du 1er cycle du secondaire mette l'accent sur l'acquisition par l'élève de cette méthode, quand vient le temps d'analyser et d'évaluer les données, même les élèves les plus brillants ont de la difficulté. » Pourtant, cette enquête écologique est probablement le premier travail de recherche en biologie effectué par les élèves de ce cours.

Le discours sur la science : chimie

Dans les classes observées, on tentait d'inculquer aux élèves certaines notions de base que la majorité des professeurs considèrent nécessaires à tous ceux qui veulent poursuivre leurs études dans ce domaine. On veille d'abord à fournir aux élèves une « recette » leur permettant de répondre correctement aux questions d'examens. Les élèves doivent apprendre, par de nombreux exercices, à appliquer les principes qu'on leur enseigne et

ils passent une bonne partie des cours à étudier des exemples. Ils doivent se familiariser avec la terminologie utilisée, comme le montre le dialogue suivant :

Le professeur : Prenons le numéro 14. C'est une substance commune, l'ammoniac.

Un élève : Je ne comprends pas pourquoi on ne dit pas: trihydrure d'azote.

Le professeur : D'accord. Est-ce qu'on parle d'oxyde de dihydrogène? Non, on dit toujours de l'eau. C'est la même chose, pour l'ammoniac. Le terme exact est en effet, trihydrure d'azote, mais on ne l'utilise pas parce qu'il s'agit d'une substance chimique très connue. On retient le terme scientifique, mais on emploie celui que tout le monde connaît... Nommez-moi d'autres substances chimiques dont vous connaissez la désignation courante.

Un élève : Le méthane.

Le professeur : Oui.

Un élève : L'ozone.

Un élève : L'éthanol, le méthanol.

Le professeur : Faites attention de ne pas confondre l'ammoniac avec cette substance-ci (il écrit au tableau) : NH^+_4. Qu'est-ce que NH^+_4?

Un élève : De l'ammonium.

Le professeur : C'est l'ion ammonium. L'ammoniac, on le trouve sous forme pure : on peut acheter une bouteille d'ammoniac. Mais, on ne peut pas avoir une bouteille d'ions ammonium, parce que l'ammonium doit être combiné à autre chose.

Comme l'étude des notions de base exige beaucoup de temps, il a fallu supprimer les modules facultatifs, où l'on expliquait à l'élève les principes chimiques de certains phénomènes courants.

Le discours sur la science : physique

Les élèves de 10e étudient un certain nombre de thèmes sur la science. On ne leur présente pas simplement celle-ci comme un ensemble de connaissances, mais comme une histoire, comme une suite de faits ayant chacun un contexte et des effets sociaux particuliers. On leur montre le caractère provisoire et personnel du savoir scientifique.

Les élèves de 10e n'étant pas à la veille d'entrer à l'université, les professeurs ont une plus grande liberté d'action; dans les classes de 12e, par contre, on cherche à remplir les conditions d'admission et on y enseigne des recettes miracles. Les professeurs complètent la matière de base avec des informations qui pourraient être utiles aux élèves à l'université.

Le discours sur la science : biologie

En biologie, l'insistance porte sur la grande quantité de notions de base que les élèves doivent acquérir même s'ils ne prévoient pas devenir des biologistes professionnels. Les professeurs se sont plaints que « le programme était surchargé », mais se sont montrés réticents à en retrancher quelque partie que ce soit. Le cours de Biologie 30 porte sur la physiologie humaine. Comme les systèmes du corps humain sont interreliés, il faut tous les traiter; le professeur peut toutefois « passer rapidement sur certains points, comme par exemple, sur les aspects biochimiques des contractions musculaires ».

Des sujets comme la respiration cellulaire et la photosynthèse font appel à une terminologie chimique considérable bien que les étudiants connaissent assez mal la signification pratique de tous ces termes.

À contre-courant de l'ardeur à donner des réponses exactes, à obtenir de bonnes notes et à penser aux exigences des cours ultérieurs, on sent chez les élèves et les professeurs un intérêt marqué pour la compréhension et même la maîtrise des phénomènes de tous les jours. À plusieurs reprises, ils ont manifesté la volonté de discuter de sujets intéressants et utiles, auxquels le guide des programmes ne fait que rapidement allusion. Cet intérêt s'est traduit, en 12e année, notamment, par la réalisation du projet CPR et par les sujets proposés pour le devoir trimestriel de biologie où les élèves avaient le choix, pour leur dissertation, entre les thèmes suivants : le cancer, la génétique moléculaire, la nutrition et la qualité de l'environnement.

Rapports sociaux

En raison de la grille-horaire du secondaire, les professeurs rencontrent de nombreux groupes d'élèves, mais peu de temps à chaque fois. Cette organisation favorise davantage les rapports avec les groupes que les relations individuelles, qui sont quelque peu fragmentées et quasi impersonnelles. Pour le professeur qui voit l'apprentissage comme un processus individuel et qui considère que son rôle est de faciliter ce processus, les classes nombreuses constituent une source de perpétuelle frustration. Il doit consacrer son attention et son énergie à motiver et à surveiller des groupes , et non pas des élèves pris individuellement. Voici une remarque faite par un professeur : « Il s'agit de réaliser un équilibre très exact entre le maintien de l'intérêt et de la motivation des élèves et le chaos total. Je dois les accompagner et suivre le mouvement de la classe. » Un autre professeur ajoute : « Il faut être capable de réagir à sa classe, un peu comme on joue d'un instrument de musique. » On sous-entend, chez les professeurs comme chez les élèves, qu'il incombe aux premiers de motiver les seconds et de régler le déroulement de la leçon. Pour la plupart, les élèves répondent passivement aux instructions et aux attentes des enseignants, notamment en ce qui concerne l'assiduité, la ponctualité et la bonne volonté dans les réponses aux questions posées. Dans la plupart des salles de classe, la porte demeure ouverte durant les cours

de sciences et l'on ne fait pas attention à l'éventuel retardaire. Par contre, nous avons senti, dans un groupe de 12e, qu'une hostilité pesante régnait entre le professeur et les élèves parce que ces derniers ne respectaient pas ses attentes. Des retardataires persistants se sont retrouvés, à plusieurs reprises, devant une porte fermée à clef, cette petite « guerre » atteignant son point culminant par l'annulation pure et simple d'un cours, un jour où sept étudiants sont entrés nonchalamment dans la classe, quelques minutes après le début de la leçon. Parlant de la réciprocité des rapports entre enseignants et élèves, le professeur en cause nous a dit : « Je me rends compte qu'avec une classe peu motivée, ma propre réaction renforce en quelque sorte le comportement négatif des élèves. S'ils manifestent peu d'intérêt, je m'en tiens aux vieilles recettes, qui sont ennuyeuses et rebutent les élèves, ce qui empire encore la situation. C'est un cercle vicieux. »

J'ai remarqué que bon nombre de professeurs « négociaient les notes » pour pouvoir compter sur la participation et la coopération des étudiants. Les dates des tests de contrôle étaient affichées, bien en vue, dans toutes les salles de cours et, dans certaines classes, on faisait fréquemment allusion au « prochain » test. Certains professeurs se donnaient même le mal d'expliquer aux élèves comment aborder un examen :

> « Premièrement, lisez toutes les questions et répondez à toutes celles dont la réponse vous vient facilement. Puis, revenez sur les questions auxquelles vous savez répondre, mais qui demandent des calculs. Attaquez-vous, enfin aux questions que vous trouvez les plus difficiles. En dernier ressort, devinez. Essayez d'obtenir le plus de points possible. »

Autre commentaire d'un enseignant :

> « Je vous recommande fortement de passer l'épreuve finale de physiologie vers le début de mai. Il me semble logique de vous faire subir cet examen dès la fin des leçons qui s'y rapportent, au lieu d'attendre un mois, au cours duquel vous ne feriez pas de physiologie, et après lequel vous seriez obligés de réviser. Je propose que nous fassions une semaine de révision à la fin d'avril, à la suite de quoi vous passerez l'examen final. »

Nous avons déjà dit que l'organisation de la journée du professeur l'isole presque complètement de ses collègues. Plusieurs enseignants ont fait allusion à cet état de fait : l'un d'eux avait débuté sa carrière en faisant de l'enseignement en équipe, expérience qu'il avait trouvée très enrichissante par les échanges d'idées et l'occasion que cela lui avait donnée de refléchir sur son enseignement. Il s'est maintenant habitué à l'exclusivité du rapport professeur-élèves, avec, de temps à autre, la présence attentive de stagiaires ou de chercheurs, situation qui est aussi celle d'un autre professeur, depuis onze ans. Ce manque de partage et d'échanges conduit à la stagnation et à laisser s'installer et à une attitude de tolérance neutre où le professeur n'a de comptes à rendre, essentiellement, qu'à lui-même. Selon les cas, cette situation aura pour effet de rendre le professeur plus ou moins soucieux de la qualité de son enseignement. D'autre part, l'isole-

ment produit chez les professeurs le désir de rester au fait des réalités du monde scientifique, de ses progrès et des questions actuelles. Un professeur nous a expliqué qu'après huit ans d'enseignement, il avait l'impression de commencer à perdre le contact : « On peut rester au courant en lisant de bons articles, mais ce n'est pas la même chose que d'être *dans* le milieu. »

Après une longue discussion sur les nombreuses solutions dans le domaine de l'enseignement des sciences, un professeur nous a dit qu'il n'avait jamais, auparavant, envisagé de telles possibilités et que son travail journalier ne lui permettait pas de semblables réflexions. Un autre professeur s'est opposé à l'idée d'offrir des sessions d'études au personnel du département, soulignant que cela exigerait encore davantage des enseignants. Et, justement, les efforts en vue d'organiser, pendant la présente étude, une discussion de groupe sur les objectifs de l'enseignement des sciences n'ont pu aboutir.

Pourtant, malgré le train-train quotidien, les professeurs savent implicitement ce que la direction de l'école, les élèves et les parents attendent d'eux. Au fil des ans, le matériel d'enseignement a été modifié de façon à ce que tous les groupes inscrits à un cours, reçoivent sensiblement la même information. La standardisation des contenus de cours satisfait au désir d'uniformité de l'administration, mais donne aussi aux enseignants une force collective qui leur permet d'influencer les activités de la classe et de provoquer des changements. Un administrateur a noté :

> « Je suis beaucoup plus heureux de favoriser un changement s'il vient d'un groupe de professeurs. Je serais beaucoup plus prudent avec un projet individuel qui peut être un caprice de quelques mois. Mais, si tout le département a bien analysé la question, et si le chef du département pilote le projet, et si je suis d'accord, je suppose que je devrais partager franchement l'enthousiasme moi aussi. »

Les professeurs de sciences reconnaissent que le système scolaire résiste aux modifications et aux innovations individuelles, mais qu'il peut être influencé par une action collective. Ainsi, ils ont réussi à modifier les normes provinciales, qui régissent les projets de recherche des élèves, en définissant ce qui est pratiquement faisable et ce qui va intéresser les élèves. Une conséquence de ce mouvement collectif est la constitution du module CPR comme projet de biologie.

Tensions dans l'enseignement

Mes conversations avec les professeurs ont mis au jour des tensions entre les responsabilités et les gratifications de l'enseignement. Les professeurs de sciences indiquent que leur première responsabilité est de préparer les élèves à poursuivre leurs études avec succès. Ils atteignent ce but en organisant le contenu obligatoire de chaque cours en une série logique d'objectifs contrôlables, en fournissant les ressources et les chances d'apprendre et en évaluant la réussite des élèves par rapport aux objectifs fixés au début de chaque module. De plus, les professeurs se croient responsables de garder à jour le registre des présences et des notes, de

préparer leurs cours pour assurer de bonnes conditions d'apprentissage, et de se tenir au fait des débats et idées scientifiques de l'heure.

Pour tous les professeurs, la satisfaction qu'ils tirent de leur enseignement vient de l'établissement de bons rapports avec les élèves. Cette satisfaction ne provient pas des connaissances que l'étudiant est parvenu à acquérir ou des résultats qu'il a obtenus; elle dépend essentiellement des réactions de l'élève face à l'enseignement, en particulier de l'intérêt qu'il manifeste ou de la coopération qu'il apporte. « Ce qui me plaît, nous a confié un enseignant, ce n'est pas de bourrer le crâne de mes élèves, mais de les voir heureux d'être en classe. » Et un autre : « C'est la qualité des rapports qui compte. Le secret est de bien posséder la matière, de manière à pouvoir consacrer toute son énergie aux relations individuelles avec les élèves. Si tout ce qui vous intéresse, c'est le contenu du cours, aussi bien utiliser le vidéo. »

Un professeur dit trouver difficile de se sentir obligé de stimuler les élèves de toutes les classes toute la journée, de paraître « enthousiaste, agréable, maître de la situation (sans montrer d'inquiétude), et d'avoir l'air de s'amuser, même à la fin de la journée ». Pour ce professeur, chaque rencontre avec une classe peut produire des relations enrichissantes avec des élèves considérés individuellement.

Les professeurs affirment qu'ils doivent, avant tout, préparer les élèves en vue d'études plus poussées. Le contexte institutionnel exige que l'on évalue leur rendement afin de les orienter vers les études ou le programme de formation appropriés. Pour ce faire, il faut attribuer à des centaines d'élèves des notes en vue de l'obtention d'unités. Cette nécessité de noter les élèves ne s'accorde pas avec une interprétation personnelle du savoir scientifique. Pour certains professeurs, les matières scientifiques du programme scolaire sont des ensembles d'informations factuelles qu'il s'agit de transmettre aux élèves, sans plus. D'autres, cependant, qui ne partagent pas cet avis, se sentent contraints d'emboîter le pas. Soumettre les élèves à des contrôles s'oppose à cette conception de la science qui en fait une entreprise humaine d'interprétation du monde, mais permet de décerner des diplômes.

Les professeurs doivent affronter une série de contradictions et de conflits. Ils cherchent à établir des contacts personnels avec les élèves mais, chaque jour, ils ont affaire à plusieurs groupes, tous très nombreux. Certains enseignants se satisfont de ces relations de groupe, mais d'autres les trouvent décevantes. L'enseignement des sciences proprement dit importe moins que le fait de susciter l'intérêt des élèves et de travailler en équipe. L'isolement des professeurs dans l'accomplissement de leurs tâches les empêche d'échanger leurs expériences respectives et de s'arrêter à la signification de ces dernières. Dans un effort pour s'acquitter de ce qu'ils croient être leur tâche, les enseignants n'ont pas le temps de s'arrêter. Leurs nombreuses responsabilités, réelles ou perçues comme telles, ont pour effet de les éloigner de la recherche active, et pourtant on attend d'eux qu'ils demeurent au courant de l'actualité scientifique. Pour plusieurs

professeurs de sciences, enseigner est une recherche quotidienne d'équilibre acceptable entre les responsabilités et les gratifications.

Annexe A

On trouve les descriptions suivantes dans l'annuaire des cours de 1981-1982.

Sciences 11 (3 unités)
Aux élèves qui veulent remplir les conditions de base pour l'obtention du diplôme d'études secondaires, le cours de Sciences 11 offre une initiation à la biologie, à la chimie et à la physique. Ce cours s'efforce de répondre aux goûts et aux besoins des élèves.

Biologie 10 (3 unités)
Ce cours offre une introduction à la biologie inspirée du BSCS. Il porte, notamment, sur le microscope, la cellule, les systèmes de classifications et donne un aperçu général de la vie végétale et animale. Il comporte, autant que possible, du travail en laboratoire.

Biologie 20 (3 unités)
Ce cours aborde l'étude de quatre sujets : la division cellulaire, la génétique, l'évolution et l'écologie. Cette étude est complétée par l'examen des recherches récentes et des travaux de laboratoire.

Biologie 30 (5 unités)
Ce cours met l'accent sur la biochimie, la biologie moléculaire et la physiologie. On y étudie les transformations de l'énergie, la physiologie humaine, les problèmes actuels en biologie et les processus. Ce cours s'adresse aux élèves qui sont vivement intéressés par la biologie ou qui comptent fréquenter un établissement d'enseignement post secondaire où le cours de Biologie 30 fait partie des conditions d'admission.

Chimie 10 (3 unités)
La chimie est l'étude des propriétés, de la composition et des transformations des corps. Le cours de Chimie 10 traite de la structure de l'atome, des formules et des équations chimiques, de la mole et de la chimie mathématique. Des travaux de laboratoire accompagnent l'étude de chacun de ces sujets. Les mathématiques nécessaires à la chimie y sont également enseignées.

Chimie 20 (3 unités)
Ce cours, qui inclut une révision du cours de Chimie 10, porte sur les points suivants: la chimie des solutions, la mathématique de la chimie des solu-

tions, les liaisons chimiques et la chimie organique. L'étude de chacun de ces sujets comporte des travaux de laboratoire.

Chimie 30 (5 unités)
Ce cours fait une brève révision du cours de Chimie 20, puis aborde les questions de l'énergie chimique, des réactions d'oxydoréduction et des réactions acides-bases. L'enseignement théorique est appuyé d'expériences en laboratoire et l'étude de la matière principale du cours est suivie de celle de certains sujets au choix.

Physique 10 (3 unités)
La physique est l'étude des rapports entre la matière, l'énergie, l'espace et le temps. Les sujets traités sont la cinématique (le mouvement des objets) et la dynamique (les causes du mouvement des objets). Le cours mettra l'accent sur les représentations algébriques et graphiques, sur l'analyse des forces et sur le mouvement.

Physique 20 (3 unités)
Ce cours étudie principalement les lois de la conservation du moment et de l'énergie, ainsi que la nature et la propagation des ondes.

Physique 30 (5 unités)
Ce cours comprend, notamment, l'étude de la lumière, du magnétisme et de l'électricité et présente quelques notions de physique atomique. Il aborde en outre la mécanique et traite, à ce propos, des rapports entre la force, la masse et l'énergie.

Écologie 20 (3 unités – Activité spéciale)
Ce cours est réservé aux élèves de 11e et de 12e qu'intéressent particulièrement l'étude et la conservation de la nature. Il fournit aux élèves l'occasion de se pencher sur la structure et la fonction des écosystèmes et d'étudier l'influence de l'homme sur ces derniers. Le cours aborde l'écologie en général, mais plus spécialement celle de l'Alberta. Les élèves pourront mener des études sur le terrain et se familiariser ainsi avec les techniques d'échantillonnage biologique, puis avec l'étude des échantillons en laboratoire.

Les élèves doivent pouvoir bien travailler, à la fois seuls et en groupe. Ceux qui envisagent de suivre ce cours doivent consulter leur professeur de sciences, le directeur du département des sciences ou un coordonnateur.

Annexe B

Les élèves achètent les ouvrages suivants :

Biologie 10 : James H. Otto et Albert Towle, *Modern Biology*, Toronto, Holt, Rinehart and Winston of Canada Ltd., 1977.

Biologie 20 : Biological Sciences Curriculum Study, *Biological Science: An Ecological Approach*, version verte du BSCS, 3e édition, Gage and Co. (Rand McNally), Agincourt, 1973. (On commencera à remplacer cet ouvrage par celui d'Otto et Towle en janvier 1982).

Biologie 30 : John W. Kimball, *Biology*, 3e édition, Don Mills, Addison-Wesley, 1974.

Biologie-Bacc. internat. : W.A. Andrews *et al*, *Biological Science: An Introductory Study*, Prentice-Hall, Scarborough, 1980.

Chimie 10 : F. Jenkins *et al.*, *ALCHEM 10*, J.M. LeBel Enterprises, Edmonton, 1979.

Chimie 20 : F. Jenkins *et al.*, *ALCHEM 20*, J.M. LeBel Enterprises, Edmonton, 1979.

Chimie 30 : F. Jenkins *et al.*, *ALCHEM 30*, J.M. LeBel Enterprises, Edmonton, 1979.

Physique 10 : Douglas Paul, Denny Peirce et Kenneth Stief, *Physics, A Human Endeavour, Unit 1, Motion*, Toronto, Holt, Rinehart and Winston of Canada Ltd., 1976.

Physique 20 : Douglas Paul, Denny Peirce et Kenneth Stief, *Physics, A Human Endeavour, Unit 3, Energy and Conservation Laws*, Toronto, Holt, Rinehart and Winston of Canada Ltd., 1976.

Physique 30 : F. James Rutherford *et al.*, *Project Physics, Unit 4, Light and Electromagnetism*, New York, Holt, Rinehart and Winston Inc. 1975.
F. James Rutherford *et al.*, *Project Physics, Unit 5, Models of the Atom*, New York, Holt, Rinehart and Winston Inc., 1975.

Les élèves peuvent consulter à l'école les ouvrages suivants :

Biologie 30 : Richard W. Wagner, *Environment and Man*, 2e édition, Toronto, George J. McLeod Ltd., 1974.

Biologie-Bacc. : W.A. Andrews *et al.*, *Biological Science: An Introductory Study*, Prentice-Hall, Scarborough, 1980.
William T. Keeton, *Biological Science*, 3e édition, Iowa, W.W. Norton and Company, New York, 1979.
Karon Arms et Pamela S. Camp, *Biology*, New York,

Holt, Rinehart and Winston, 1979.
Helena Curtis, *Biology*, 3e édition, Worth, New York, 1979.

Chimie-Bacc. :

Ernest R. Toon et George L. Ellis, *Foundations of Chemistry*, Toronto, Holt, Rinehart and Winston of Canada Ltd., 1978.
Ernest R. Toon et George L. Ellis, *Foundations of Chemistry, Laboratory Experiments*, Toronto, Holt, Rinehart and Winston of Canada Ltd., 1977.

Physique 30 :

James T. Murphy et Robert C. Smoot, *Physics: Principles and Problems*, Columbus, Charles E. Merrill Publishing Company, 1977.
Robert Stollberg, Faith Fitch Hill et Marvin H. Nygaard, *Fundamentals of Physics*, édition canadienne, Don Mills, Thomas Nelson and Sons (Canada) Limited, 1968.

VII. Les sciences à l'école secondaire de Red Cliff

Lawson Drake

L'école

Nous avons choisi pour la présente étude une école secondaire rurale qui comprend des classes de 10e, 11e et 12e années. Elle compte environ 750 élèves, provenant pour la plupart d'un milieu rural. Leurs parents sont agriculteurs, pêcheurs ou commerçants; quelques-uns sont des professionnels.

Les élèves prennent à chaque semestre trois ou quatre cours complets donnant droit à des unités. La plupart des cours se donnent pendant les deux semestres. La journée est divisée en quatre périodes de 80 minutes. Elle commence à 9 h et se termine à 15 h 30, et il y a une heure d'interruption pour le dîner. Le cycle d'enseignement est de six jours. Les classes que nous avons observées comptaient chaque jour une période dans la matière scientifique indiquée.

Selon les exigences minimales de réussite du ministère de l'Éducation, les élèves doivent accumuler quinze unités, dont quatre en 12e année et six au plus en 10e année. Toutefois, l'administration de l'école encourage tous les élèves à accumuler au moins dix-huit unités pendant leurs trois années et exige qu'ils prennent au moins un cours de sciences par an.

Nous avons observé une classe de sciences de 10e année, une classe de physique de 11e année et une classe de biologie de 12e année. Nous avons fait au moins trois périodes d'observation dans chaque classe. Nous avons préparé un relevé des observations à partir d'enregistrements sur bande magnétique et de notes écrites, et nous l'avons remis à l'enseignant pour qu'il en vérifie l'exactitude. Une fois le relevé vérifié par les enseignants, nous avons eu un ou plusieurs entretiens avec chacun d'eux. L'enregistrement des entretiens a été transcrit et certains de ses éléments

ont été comparés avec le relevé d'observations. Ensuite, nous avons soumis à l'enseignant ce deuxième compte rendu, enrichi d'extraits pertinents des entretiens, afin qu'il le vérifie.

Les sciences en 10e année : apprendre en découvrant

Cette classe de 27 garçons et filles se réunit dans le local de l'enseignant, une salle sans fenêtres. Un tableau périodique des éléments est suspendu au mur. Il n'y a pas de matériel ni de table de démonstration. La classe suit le cours intitulé *Introductory Physical Science* (Introduction aux sciences physiques : ISP), cours « théorique » grâce auquel, selon le Guide de l'école, les élèves font une variété d'expériences en laboratoire et en tirent des conclusions qui leur permettront de progresser dans la matière étudiée. Ils doivent au préalable avoir réussi le cours de sciences de 9e année et avoir une bonne formation de base en mathématiques.

Nous avons demandé au professeur, M. Bond, quelle importance l'ISP a pour les élèves de l'école :

M. Bond : Je souhaiterais que les élèves particulièrement intéressés par les sciences le suivent, et c'est ce qui se passe dans la plupart des cas. Nous offrons trois cours de sciences, et l'ISP est destiné aux élèves les plus doués dans ces matières. Nous ne pouvons pas répartir les élèves par voies parce qu'ils nous viennent d'autres écoles. Je crois que le choix définitif est laissé à l'élève, mais je pense qu'on les oriente un peu à la fin du 1er cycle. Nous accueillons des élèves qui sont très faibles en maths, et c'est très dur pour eux. En fait, je ne sais pas à quel point ceux-ci sont orientés.

M. Drake : Quand ils arrivent du 1er cycle, quelle formation ont-ils en sciences générales?

M. Bond : J'aimerais autant qu'ils n'en aient pas du tout! Cela me cause des problèmes. Les élèves ont l'impression que la science est une histoire qu'on peut lire, comme l'histoire du Canada. Pour eux, ce n'est pas un mode de pensée.

M. Drake : Si pour eux c'est une histoire, est-ce qu'ils en connaissent bien les faits? Est-ce qu'ils la savent, cette histoire?

M. Bond : Ils connaissent beaucoup trop de choses. Ils savent *tout* sur les atomes, les molécules, les composés, les éléments, alors que nous, nous devons commencer par des choses simples. Nous leur apprenons à mesurer la masse et le volume, nous leur montrons ce qu'est une mesure. Ce sont des choses auxquelles ils n'ont jamais pensé avant.

Pendant les trois périodes que j'ai observées, la classe s'est livrée à des activités différentes. Au début de la première période, l'enseignant a demandé le silence et a pris les présences. On l'a interrompu pour lui demander : « Est-ce qu'on va au labo aujourd'hui? » On semblait avoir beaucoup envie de s'y rendre.

Au cours de la période précédente, la classe avait fait une expérience

de distillation fractionnée. Le professeur a donc demandé aux élèves de se reporter à leurs notes de laboratoire, aux résultats de l'expérience et aux rapports qu'ils avaient faits à la maison. Puis il a affiché un tableau énumérant les propriétés des trois fractions obtenues et a demandé aux élèves de lui fournir les données. Ceux qui ne l'avaient pas déjà fait ont été invités à ajouter ce tableau à leur rapport. Le professeur a demandé ensuite ce qu'il fallait y inscrire : « Que se passe-t-il si on constate que la deuxième fraction est un mélange? Que la première fraction est pure et que la troisième l'est aussi? »

Les élèves ont parlé de la nature « intermédiaire » de certaines propriétés de la deuxième fraction. Toutefois, ils avaient du mal à établir l'identité et la pureté de la première et de la troisième fraction. Ils soupçonnaient qu'il s'agissait d'alcool et d'eau, mais les densités et les points d'ébullition ne convenaient pas. Le professeur a dit que la détermination de la densité pouvait ne pas être exacte et a demandé pourquoi. Un élève a répondu : « Parce que l'échantillon est petit », et l'enseignant a parlé de l'effet des erreurs de mesure sur les petites et les grandes quantités.

La réponse de l'élève et les commentaires du professeur illustrent ce que celui-ci considère comme l'un des principaux défis de ce cours :

M. Bond : Ce que je trouve le plus frustrant, c'est d'enseigner aux élèves à mesurer et de leur faire accepter qu'une mesure est incertaine. Il faut environ deux mois avant qu'un assez grand nombre d'entre eux l'admettent. Quand ils arrivent, les chiffres sont pour eux des réalités exactes et certaines. Il faut beaucoup d'expérience et de travail en classe pour leur faire réaliser que les mesures sont incertaines, qu'il faut y penser avant de tirer des conclusions.

M. Drake : Qu'est-ce qui se passe dans leur esprit s'ils prennent deux mesures qui ne s'accordent pas?

M. Bond : La première fois qu'ils vont au laboratoire, ils essaient de les faire concorder. La lecture de l'instrument a beaucoup d'importance, et le manuel insiste sur les estimations. Il explique par exemple que sur une règle, la plus petite division se compose de dix parties égales et que l'on peut faire une estimation entre elles. C'est une idée tout à fait nouvelle pour eux, mais si on peut les amener à faire cela, je pense qu'ils commencent à croire à l'incertitude des mesures. S'ils prennent seulement la division la plus proche, je ne pense pas qu'ils y croiront.

Le professeur a continué de discuter des résultats du laboratoire. Après avoir établi que la première fraction était de l'alcool, il a demandé de quel genre d'alcool il s'agissait.

Des élèves : Du peroxyde. Du peroxyde d'hydrogène. Du méthanol. De l'isopropanol. La densité est assez proche, le point d'ébullition est proche.

Un élève : Du butanol?

M. Bond : Pourquoi pas du butanol tertiaire?

Un élève : Le point de fusion est bien différent.

M. Bond : Oui, ç'aurait été un solide à la température de la pièce.

Un élève : Quels sont les deux éléments de la deuxième fraction?

Un élève : La toute première courbe des points d'ébullition devrait montrer deux liquides, non?

M. Bond : Oui, et toutes les données subséquentes confirment cela.

Ce genre d'échange nous amène à examiner comment le professeur doit donner le cours d'I.S.P. :

M. Drake : Ce cours est fondé sur l'apprentissage par la découverte, n'est-ce pas?

M. Bond : Exactement. Mais à propos de l'ensemble du cours, je dirais que ça ne tient pas debout de penser que l'élève découvre tout par lui-même. Quand on y réfléchit, il devrait paraître évident que le cours est très structuré. C'est le professeur qui décide quelles questions les élèves vont poser et c'est lui qui détermine exactement le moyen par lequel ils devraient trouver les réponses.

M. Drake : Trouvez-vous que les élèves ont trop besoin d'être guidés?

M. Bond : Les professeurs sont certainement tentés de trop les guider et de leur donner trop d'indications. Nous aimons tous avoir les bonnes réponses.

M. Drake : Est-ce seulement une question d'impatience devant la lenteur du processus? Est-ce que vous voulez passer à autre chose alors qu'ils pataugent pour trouver eux-mêmes la réponse?

M. Bond : Eh bien, j'essaie de ne pas trop les pousser. Cette année, je n'ai même pas essayé de leur enseigner toute la matière. Nous avions déjà perdu quelques jours à cause des tempêtes, et je ne me suis pas forcé.

Le professeur a ensuite demandé aux élèves de répondre aux questions 17 et 18, à la fin du chapitre 5, et leur a accordé cinq minutes. Le reste de la période a été consacré à l'étude d'un test récemment passé en classe. Chaque question a été examinée en détail, et le professeur a conseillé aux élèves de prendre des notes sur leurs erreurs parce qu'ils auraient un autre test sur le même sujet. Le test portait sur l'arrondissement des nombres, l'identification des chiffres significatifs, l'utilisation correcte des unités, l'établissement des proportions et le tracé des graphiques. Par après, les étudiants ont passé le reste de la période à faire des ajustmements de mesure.

Il est intéressant de noter que l'analyse des réponses montrait que les élèves avaient des difficultés d'ordre mathématique plutôt que scientifique. Au cours d'un autre entretien sur l'enseignement des sciences au 1er cycle du secondaire, j'avais demandé à M. Bond si l'approche pourrait être plus rigoureuse, à ce niveau, et il avait répondu que cela ne faisait pas de doute. « Les élèves ont acquis les aptitudes mathématiques nécessaires en 6e ou en 7e année », avait-il dit. Mais devant l'habileté douteuse des élèves de

cette classe en mathématiques, on peut remettre en question cette affirmation.

Pendant la seconde leçon que j'ai observée, l'enseignant a demandé aux élèves de lire un texte dans le manuel. Pendant qu'ils lisaient, il se promenait dans la classe, mais personne ne lui a posé de questions. Une fois la lecture terminée, il y a eu une période de questions et réponses.

Pour entamer la discussion, le professeur a inscrit au tableau le titre du texte : *Le pétrole brut*.

M. Bond : À partir de quoi le pétrole se forme-t-il, Nathan?

Nathan : De plantes et d'animaux morts.

M. Bond : Ann, comment se sont-ils transformés en pétrole?

Ann : Ils sont morts.

Des élèves : Ils ont été comprimés.

M. Bond : Oui, par la pression des couches de roches qui étaient sur eux.

Un élève : C'est une autre cause?

M. Bond : Non, ça explique comment les choses se sont passées. Comment l'extrait-on de terre? Le livre explique comment on trouve du pétrole dans de la roche poreuse. Le pétrole ne se trouve pas là en nappes, il est dans des formations spongieuses, comme le montre le diagramme de la p. 72. Les couches non poreuses qui se trouvent au-dessus et au-dessous maintiennent le pétrole en place. Nancy, comment le fait-on sortir de là?

Nancy : On creuse un puits.

M. Bond : Ce n'est pas tout à fait comme un puits d'eau. En quoi est-ce différent?

Des élèves : Il donne du pétrole. On n'emploie pas les mêmes outils. C'est plus profond.

M. Bond : Comment fait-on sortir le pétrole du puits?

Un élève : On le pompe.

M. Bond : On n'a pas besoin de pompe dans tous les puits. Comment peut-on le faire sortir à part cela? Quelle autre source de pression peut-on employer?

Une élève : Des capillaires.

M. Bond : Non. Nathan?

Nathan : La pression du gaz.

M. Bond : Oui, la pression du gaz envoie le pétrole à la surface.

Une élève : On emploie de la vapeur pour le libérer, aussi.

M. Bond : Oui, on fait cela dans les puits plus anciens, et quelquefois on envoie de l'eau par pompage dans le puits pour faire flotter le pétrole à la surface.

M. Bond : Vous avez aussi vu le raffinage, qui est un type intéressant de distillation fractionnée. À la page 7 de votre livre, vous trouverez une liste des différentes substances que contient le pétrole, avec leurs points d'ébullition et leurs densités.

Vous n'avez pas besoin de savoir tout ça mais il y a quand même trois produits importants. Lesquels, Darlene?

Darlene : Le méthane?

M. Bond : Non.

Un élève : Le mazout, l'essence et le kérosène.

M. Bond : (écrit au tableau) Oui, écrivons la liste de leurs propriétés. Tracey, quel est le point d'ébullition du méthane?

Tracey : -161.

M. Bond : Ça va donc bouillir à 20°C, n'est-ce pas? Même le butane va bouillir. Bon, la fraction intermédiaire est l'essence, qui contient aussi beaucoup de produits dont tous ont un point d'ébullition supérieur à 20°C. Pourquoi c'est important?

Un élève : Ils exploseraient à la température de la pièce.

M. Bond : Ils s'évaporeraient. Ils n'exploseraient pas. La troisième fraction. est du kérosène, la substance dont le point d'ébullition est le plus élevé. Il nous reste un produit de la distillation.

Un élève : L'asphalte.

M. Bond : Oui. Lorsque vous visitez une raffinerie, la distillation que vous faites dans vos éprouvettes se fait là dans des tours de plusieurs centaines de pieds de haut. À quoi sert l'asphalte?

Un élève : On s'en sert pour paver les routes.

M. Bond : Oui, en le mélangeant avec du sable et du gravier.

Ainsi s'est terminée l'introduction sur le pétrole. Le reste de la période devait se passer au laboratoire.

M. Bond : Aujourd'hui, nous faisons une nouvelle expérience de séparation. Regardez à la page 74 : « Comment séparer un solide d'un liquide ». Inscrivez cette définition dans vos notes : « Filtration : méthode qui permet de séparer des solides insolubles d'un liquide ». C'est la méthode que nous emploierons aujourd'hui pour faire l'expérience 5.4 de la page 74. (Il écrit au tableau : « But : Séparer un mélange de solides solubles et insolubles ».) Prenez la page 75, vous verrez de quoi nous allons nous servir. Cela s'appelle un papier filtre. Vous allez le plier d'une certaine manière et le placer dans un entonnoir. Les solides solubles vont passer à travers le papier filtre. La solution sera claire, ce qui veut dire que la substance dissoute est faite de morceaux très fins, assez petits pour passer dans les trous du papier filtre. Tout ce qui ne peut pas se dissoudre restera dans le papier filtre. Je vais vous donner une substance que vous allez examiner pour voir si c'est un mélange. Puis vous allez dissoudre cette substance. Comment allez-vous récupérer la substance soluble?

Une élève : Par évaporation?

M. Bond : Oui. Votre livre explique comment faire. Vous n'avez qu'à suivre les instructions. Qu'est-ce qui pourrait empêcher toute la substance soluble de se dissoudre?

Hélène : Elle pourrait avoir une faible solubilité.

M. Bond : Comment pouvez-vous être sûrs de toute la dissoudre?

Hélène : En ajoutant plus d'eau?

M. Bond : Vous ne ferez pas tout à fait comme dans le livre. Au lieu de vous servir d'une pince pour tenir votre éprouvette, vous allez la placer sur le support.
(Le professeur a fait un schéma de montage au tableau et les élèves l'ont copié.)

Un élève : Qu'est-ce qu'on doit écrire dans nos observations?

M. Bond : Eh bien, nous voulons savoir si nous avons séparé les substances. Comment pouvons-nous le dire? Qu'est-ce que nous avons fait plus tôt?

Un élève : Nous avons testé l'inflammabilité et des choses comme ça.

M. Bond : Oui. Nous appelons cela les propriétés caractéristiques. Quelles sont-elles?

Des élèves : L'inflammabilité, l'odeur, la couleur, la densité, le point d'ébullition, le point de fusion et le point de congélation.

M. Bond : Nous n'avons pas le temps d'identifier toutes ces propriétés, et nous ne voulons pas le faire non plus. Comment établit-on l'inflammabilité?

Plusieurs idées ont été avancées, sans grande utilité. Le professeur a conseillé aux élèves de placer une petite quantité de la substance sur le bout d'une spatule, de placer celle-ci dans la flamme d'un brûleur à alcool pendant un court moment, puis de la retirer pour voir si la substance avait brûlé.

Après avoir reçu un devoir pour le lendemain, les élèves se sont rendus au laboratoire. C'est une pièce bien équipée, meublée de sept tables à quatre places, dotées chacune d'un évier, de l'eau froide, du gaz et de l'électricité. Il y a une table pour le professeur et deux tables mobiles, de l'espace sous les tables pour ranger les brûleurs à alcool, les plateaux d'évaporation et les supports à brûleur, ainsi que des rayonnages sur les murs pour les produits. Il y a aussi des tables le long des murs, une hotte, une douche de sécurité, une douche pour les yeux, un écran de projection et un tableau noir.

Les élèves se sont installés et ont placé leur matériel. L'enseignant leur a montré comment plier le papier filtre, comment remplir l'entonnoir d'eau et comment éliminer les bulles d'air entre le filtre et la paroi de l'entonnoir. Il les a prévenus que les mesures ne seraient qu'approximatives.

Les élèves ont commencé les manipulations. Le professeur circulait dans la pièce en observant les élèves et en répondant à leurs questions. Certains élèves se sont inquiétés de voir le résidu qui restait dans l'éprouvette après qu'ils avaient versé le contenu dans le filtre. Le professeur les a rassurés en leur disant qu'ils n'avaient pas besoin de tout faire sortir.

Certains groupes avaient de la difficulté à démontrer l'inflammabilité de la substance numéro un. Un groupe n'a pas laissé assez longtemps le mélange humide dans la flamme pour qu'il s'allume. Une autre groupe s'est servi d'un briquet au butane au lieu du brûleur à alcool et a pris pour un signe de combustion l'accumulation de carbone produite par la flamme. Une élève à l'esprit éveillé a noté que la flamme changeait de couleur quand elle testait la substance numéro deux et a demandé si c'était une preuve d'inflammabilité. Elle a conclu elle-même que ce n'en était pas une.

Il n'était pas facile de superviser l'exercice. Il y avait beaucoup d'éclaboussures autour des plateaux d'évaporation. Les élèves semblaient beaucoup aimer cela et se disaient « Regarde la neige! », quand les cristaux blancs giclaient. Une élève a légèrement brûlé ses longs cheveux dans la flamme du brûleur, certains ont pris (et échappé) des plateaux d'évaporation chauds, et un entonnoir a été brisé. Plusieurs élèves prudents portaient des lunettes protectrices. On a terminé le travail du laboratoire et on a nettoyé avant la fin de la période. J'ai demandé à M. Bond comment l'ISP s'intégrait au reste du programme scientifique :

M. Drake : D'après vous, quelle est l'utilité de l'ISP par rapport aux cours que l'on donne en 11e et en 12e années?

M. Bond : C'est une très bonne introduction à la chimie et à la physique.

M. Drake: En 11e et en 12e, on n'insiste pas autant sur la découverte, n'est-ce pas?

M. Bond : En effet. Dans le cours de chimie de 11e année on retourne au « livre d'histoire », que les élèves trouvent plus facile.

M. Drake : Est-ce que les élèves sont déçus quand ils passent en 11e année?

M. Bond : Un très petit nombre d'étudiants le sont, peut-être. Mais la plupart se retrouvent devant des choses plus familières – lecture, mémorisation, etc.

M. Drake : Est-ce qu'on développe les aptitudes au travail de laboratoire?

M. Bond : Oui, bien sûr.

M. Drake : Et le contenu? Vous dites que c'est un bon mélange de chimie et de physique. Est-ce qu'on pourrait y intégrer les sciences biologiques à cela?

M. Bond : Absolument pas. Je pense que les élèves doivent avoir une compréhension de base de la mesure et de l'expérimentation avant de pouvoir faire quoi que ce soit, et je crois qu'ils ont déjà une assez bonne expérience en biologie. Il y a peut-être de la place pour la biologie dans un autre cours de 10e année.

Le troisième et dernier cours auquel j'ai assisté a commencé par la remise d'un test et son analyse. Ensuite, le professeur a ramassé les devoirs de la veille qui comprenaient des applications du travail sur la séparation des substances. Il a discuté avec les élèves pour déterminer leur niveau de compréhension des problèmes et la valeur de leurs solutions, puis il a résumé cet échange ainsi : « La méthode de séparation que nous avons employée hier a donc des applications pratiques. »

Puis il a présenté un nouveau sujet :

M. Bond : Aujourd'hui, je vais vous faire une démonstration. Voici une définition : la chromatographie est une méthode qui permet de séparer des substances colorées. Maintenant, quel est le but de l'expérience 5.7?

Des élèves : Trouver de quoi est faite l'encre noire. Séparer des substances colorées. (Le professeur affiche un rouleau de papier chromatographique.)

M. Bond : Le livre n'explique pas comment cette expérience se déroule, mais je sais comment la faire. Voici du papier spécial.

Un élève : Pourquoi?

M. Bond : Il est absorbant. On fait un point à l'extrémité du papier et on met la substance à environ un pouce au-dessus de cette extrémité. (Le professeur a appliqué l'encre, mais découvrant que le cylindre employé était trop petit pour la bande de papier, il a pris un plus gros bocal.) Bon, maintenant je fais descendre le bout dans l'eau. Et l'eau monte sur le papier.

Une élève : Capillarité!

M. Bond : Vous pouvez faire cela vous-mêmes chez-vous. Apportez une bande de papier chromatographique à la maison. Il y a toutes sortes de choses que vous pouvez tester chez-vous. En voici quelques-unes. Les colorants alimentaires...

Des élèves : Vous voulez dire qu'on peut prendre ça au lieu de prendre de l'encre? Et le papier d'aluminium?

M. Bond : Je ne crois pas que ce soit nécessaire. Votre livre vous dit que cela empêche l'eau de s'évaporer.

Des élèves : Est-ce qu'on peut prendre un pot de confitures? Combien de temps faut-il le laisser?

M. Bond : Jusqu'à ce que la séparation soit faite. (Le professeur a remarqué qu'au cours de la démonstration, le papier avait touché à la paroi du bocal.) Ah, nous avons un problème. (Il a replacé la bande de papier.)

Le professeur et les élèves ont ensuite dressé une liste de substances colorées qui se trouvent habituellement dans les maisons. La liste comprenait de la moutarde, du ketchup, de l'iodine, du mercurochrome, du mascara, des pétales de fleurs et des feuilles. M. Bond a terminé le cours en donnant un travail, qui a été accueilli par des protestations. Les élèves ont demandé s'ils devaient conserver leurs notes, et le professeur leur a répondu qu'elles leur seraient utiles, vu qu'ils auraient à calculer des densités. Les élèves ont travaillé seuls ou en groupes. S'ils avaient des questions, ils allaient au bureau du professeur. En même temps, ils suivaient les progrès de la démonstration de chromatographie. Un élève a demandé : « Est-ce que le liquide va monter jusqu'en haut du papier et en sortir? » Le professeur n'a pas vraiment répondu. Les élèves pouvaient voir peu à peu quatre couleurs dans l'encre noire. Personne n'a demandé pourquoi cela se passait ainsi ni n'a fait de commentaires sur les différentes couleurs.

Les élèves ont un peu parlé de la manière dont les couleurs se combinent pour produire du noir, mais cette discussion n'a pas été longue.

En revoyant le cours, nous avons discuté de son but :

M. Drake : Vous avez demandé aux élèves de vous dire quel était le but de l'expérience. Quelqu'un a dit : « Trouver de quoi est faite l'encre noire. » Un autre a répondu : « Séparer des substances colorées. » Le premier a vu l'expérience d'une manière très particulière, alors que le deuxième l'a vu d'une manière plus générale, en pensant que vous alliez montrer une méthode qui permet de séparer des substances colorées, ce qui correspond pour moi à la définition de la chromatographie. Alors je vous demande s'il vous arrive souvent, dans un cours comme celui-là, d'avoir des élèves qui voient ce qui est très particulier, tandis qu'en fait, vous essayez peut-être de leur faire voir ce qui est général?

M. Bond : Non, je n'ai pas remarqué cela. Je pense que quand on commence une expérience, la plupart des étudiants croient qu'elle a un but très limité. Je dirais que pour la majorité de la classe, cette expérience visait à découvrir la composition de l'encre noire. Une fois qu'on a fini, ou qu'on a fait une autre expérience semblable, ils peuvent peut-être être amenés à faire un énoncé plus général. C'est certainement le cas dans la première partie du manuel, où il font des expériences sur la conservation de la masse. Je suis sûr que quand ils les font, ils voient cela comme des problèmes très spécifiques; mais après en avoir fait un certain nombre, c'est facile pour eux de voir qu'il y a une conclusion générale à en tirer.

M. Drake : Il serait donc juste de dire que les perceptions des élèves changent à mesure que le cours avance.

M. Bond : Espérons-le.

M. Drake : Oui, espérons-le! Et espérons que ce soit dans cette direction, du particulier au général, qui est celle que vous voulez leur faire prendre, je crois.

M. Bond : Oui, vous avez raison. L'expérience dont nous parlons n'a pas tellement d'importance dans le cours. Elle est intéressante, les étudiants s'amusent en la faisant chez-eux, mais elle n'aide pas tant que cela à comprendre des principes généraux.

M. Drake : Est-ce qu'elle serait plus frappante ou plus intéressante si on la faisait avec des pigments végétaux?

M. Bond : Chaque année, en suivant les directives du manuel, j'explique à mes élèves comment on peut séparer les pigments des feuilles de plantes, mais aucun d'eux ne l'a encore essayé. Mais je ne l'ai pas fait non plus.

Commentaires

En trois périodes d'observation, j'ai pu constater que plusieurs méthodes d'enseignement étaient employées dans le cours de sciences de 10e année. Ces méthodes sont :

- La lecture dirigée de textes du manuel, en classe.
- La discussion de ces textes en classe.
- L'analyse des tests, en insistant à la fois sur les buts de l'enseignement et sur le contenu du cours.
- La préparation des élèves aux expériences de laboratoire.
- L'expérience de laboratoire comme telle.
- La suite de l'expérience : préparation du rapport, discussion sur les données, comparaison des résultats, etc.
- La démonstration en classe.
- La discussion des devoirs.
- La résolution de problèmes en classe.

La salle de classe était morne, et à peu près rien n'indiquait qu'on y faisait de la physique, sauf le tableau périodique des éléments. Par contre, le laboratoire avait vraiment l'air "scientifique".

Le professeur a dit qu'il souhaitait amener ses élèves à considérer les sciences non pas comme une histoire, mais comme un mode de pensée; qu'il voulait leur faire comprendre l'importance des quantifications et des mesures. Pour lui, la méthode de la « découverte » ne consiste pas réellement à faire faire des découvertes, mais à exposer des idées en suivant un programme précis. Par ailleurs, il était conscient de certains risques :

> « La plupart des choses que les élèves "découvrent" sont les produits d'un énorme travail accompli par de grands esprits dans le passé. Nous avons passé environ une heure à "découvrir" la loi des proportions définies, alors que bien des scientifiques ont mis bien des années à la trouver. »

La méthode de la découverte peut donner aux sciences l'allure d'une matière trop facile, mais selon lui, on court le même risque en les présentant comme une histoire. Comme il le signalait, quand les élèves ont terminé leur 1er cycle, « ils savent tout sur les atomes, les molécules, les composés, les éléments, alors que nous, nous devons commencer par des choses simples. Nous leur apprenons à mesurer la masse et le volume, nous leur montrons ce qu'est une mesure. Ce sont des choses auxquelles ils n'ont jamais pensé avant. »

Les élèves sont-ils découragés quand ils se rendent compte de l'énorme travail consciencieux qui doit être fait pour parvenir à l'information qu'on leur présente en une seule phrase? M. Bond répond : « Oui. Dans le passé, ils ont lu des textes illustrés de diagrammes du noyau, des électrons, etc. Ils ont l'impression de tout pouvoir apprendre en une page, alors que dans notre cours, en cinq mois, ils ne se rendent pas à l'étude du noyau. » Il désapprouve l'enseignement des sciences dans les classes précédentes : « Je crois qu'on ne leur enseigne pas du tout les sciences, dit-il. On leur raconte une histoire, ce qui n'est pas la même chose. »

Par ailleurs, il serait le premier à admettre que le programme est soumis à des contraintes. « Aucun cours ne convient à tous les élèves, précise-t-il. Il faudrait les répartir par niveau. Personnellement, je pense que nous perdons notre temps en enseignant les sciences aux élèves, ou en racontant des histoires à beaucoup d'entre eux, mais de toute évidence, peu de gens partagent cet avis. » Mais que penser de l'affirmation selon laquelle les gens ont besoin de connaissances scientifiques dans leur vie de citoyens?

> « Ceux qui disent cela ne le pensent pas vraiment. Ils ne pensent pas réellement à des connaissances scientifiques, parce que pour en avoir, selon moi, il faut suivre un cours comme l'I.S.P. Ces gens parlent en fait des livres d'histoire que l'on emploie dans les classes précédentes, au premier cycle du secondaire. Ils enseignent même les sciences à l'école élémentaire! Même à l'université, je suis sûr que beaucoup de cours sont comme des histoires. »

Physique de 11e année : la filière universitaire

Le Guide de l'école décrit ce cours comme un cours théorique donnant droit à un crédit. Il n'est pas obligatoire, mais nombre d'élèves qui projettent d'aller à l'université le choisissent. Voici la description du Guide :

> « Dans l'ensemble, la physique étudie la matière, l'énergie et leurs relations. Plus précisément, le cours ... porte sur la mesure, le mouvement, le travail, l'énergie, la chaleur et la théorie cinétique des gaz. Les laboratoires y occupent une place importante et visent à renforcer la théorie. (Ce cours) est destiné à ceux qui se préparent à l'université et aux étudiants en techniques. Une bonne connaissance de la "logique de résolution des problèmes mathématiques" est le seul préalable. »

Deux classes ont été observées. La première, formée de vingt-trois élèves, comptait à peu près autant de garçons que de filles, et était considérée comme « la plus brillante » par le professeur. La deuxième, formée de vingt-cinq élèves, comptait 75 % de garçons, et de l'avis de l'enseignant, n'était pas du même calibre que la première. Les deux classes ont fait le même travail pendant que j'étais à l'école. Par contre, le professeur guidait plus les élèves de la deuxième classe que ceux de la première quand il s'agissait de résoudre des problèmes.

Le laboratoire de physique est une petite pièce meublée de huit tables à quatre places. Il y a une table de démontration à l'avant, et l'électricité se rend à toutes les tables. Le professeur a fait remarquer que le laboratoire était surpeuplé quand il s'y trouvait 32 élèves et que généralement, il n'y en avait pas plus de 25 à la fois.

Quand j'ai commencé mes visites, les deux classes faisaient l'analyse mathématique du mouvement linéaire. Le professeur avait présenté le mouvement linéaire deux jours avant cette période d'observation. Les élèves avaient dû lire les cinq premières pages du Chapitre 5 et répondre à deux ou trois questions sur le texte. Puis, pendant le cours qui avait immédiatement précédé la période d'observation, il y avait eu discussion sur cette lecture, et le professeur avait expliqué les six formules qui

permettent de calculer la distance, le temps, la vitesse initiale, moyenne et finale, et l'accélération.

Après avoir demandé le silence, le professeur a annoncé à la classe « forte » qu'elle reverrait les formules expliquées la veille, mais qu'elle distribuerait d'abord une feuille de questions. Elle a demandé aux élèves de répondre d'après leurs souvenirs du travail de la veille et de consulter leurs notes seulement si la réponse ne leur venait pas à l'esprit. Les élèves avaient 15 minutes pour faire cet exercice. Pendant ce temps, le professeur circulait parmi eux, supervisait leur travail et répondait aux questions. Celles-ci ont porté sur le choix et l'application de la bonne formule et sur la manière dont les unités se combinent. À la fin du quart d'heure, certains élèves ont été invités à donner leurs réponses.

Les deux premières questions portaient sur le mouvement linéaire. Le professeur a dit aux élèves qu'elle souhaitait leur faire comprendre que le mouvement en ligne droite peut être uniforme ou accéléré. Le fait que le mouvement est relatif à un autre cadre de référence n'a pas semblé être souligné, alors que la constance du mouvement uniforme l'a été. La troisième question portait sur les symboles employés dans les formules. Les élèves devaient en écrire la signification et donner les unités de mesure MKS de chaque symbole.

Les différences entre le vecteur vitesse et la vitesse ont été notées mais non soulignées, et l'accélération a été acceptée comme un changement de vitesse, positif ou négatif. Cela semblait refléter l'accent que met le manuel sur ces trois éléments. Un ou deux élèves s'interrogeaient sur le rapport entre l'accélération négative et la décélération. Le professeur a répondu qu'elle croyait que les élèves avaient une certaine idée de ces notions et que l'objectif de cette leçon était, pour eux « de maîtriser ces formules, de les mémoriser (si ce n'est pas un vilain mot) dans l'espoir de pouvoir les appliquer un peu plus tard à différentes situations ».

Quand j'ai demandé au professeur si la maîtrise des formules conduirait à une meilleure compréhension du mouvement linéaire, ou si c'était la compréhension du mouvement linéaire qui devait permettre aux élèves de trouver les formules, elle m'a répondu: « Eh bien, quand j'ai présenté les formules, j'ai dit : "Voici un ensemble de formules sur le mouvement linéaire, et en voici un autre sur le mouvement accéléré". Je vous les présente pour vous préparer à quelque chose qui viendra. » Après d'autres questions, l'enseignante a indiqué qu'elle n'avait pas préparé la leçon de ce jour-là pour répondre à un *besoin* perçu dans cette classe en particulier. La leçon s'insérait plutôt dans une séquence normalisée de leçons qui s'était avérée utile et efficace pour enseigner la matière.

Quand je lui ai demandé d'évaluer l'intérêt que ses élèves portaient à cette partie du cours, l'enseignante, M^me^ Able, m'a répondu : « Il est même difficile d'évaluer l'intérêt qu'ils portent à la physique en général. Les élèves de cette classe cherchent vraiment à avoir de bonnes notes. Sont-ils plus intéressés par la matière ou par leurs résultats? Je ne le sais pas. Ils sont enthousiastes, mais c'est dur de juger de leur motivation. Pour

eux, le cours est peut-être en grande partie un moyen d'atteindre une fin. »

Quand je lui ai demandé d'évaluer personnellement l'importance d'un sujet comme le mouvement linéaire dans un cours de physique, elle m'a répondu que l'approche était très mathématique, et que les élèves faisaient beaucoup de choses de ce genre en maths aussi, en traçant des graphes par exemple.

M^me^ Able : Nous utilisons beaucoup d'outils, comme le sinus par exemple, sans passer à travers les explications mathématiques, et quand les élèves se plaignent de toutes les choses nouvelles qu'ils voient en physique, j'essaie de les leur expliquer.

M. Drake : Est-ce que cela vous donne l'occasion de montrer les corrélations qui existent entre deux disciplines comme les mathématiques et la physique?

M^me^ Able : Oui, et comme j'ai enseigné les maths pendant dix ans, j'ai peut-être tendance à exagérer de ce côté. La plupart des problèmes des élèves proviennent des mathématiques. Il faut constamment revoir les notions de ce côté pour que les élèves voient les applications possibles – par exemple, pour qu'ils placent des mètres sur des secondes pour faire une fraction comme ils en font en plaçant 2 sur 3. J'insiste peut-être trop sur mes préoccupations, mais ils doivent être capables de transposer une formule si nous voulons qu'ils puissent résoudre des problèmes. Plus ils deviendront habiles à cela, plus ils trouveront cela facile.

M^me^ Able a également fait remarquer que le ministère de l'Éducation ne fournit aucune directive précise quant à la présentation du cours de physique de 11^e^ année. Elle s'inspire d'un plan préparé par un collègue, il y a quelques années.

Une fois l'analyse de la feuille de questions terminée, l'enseignante a donné aux élèves des problèmes pris dans le manuel. Elle les a aidés à résoudre les premiers problèmes, en les questionnant sur la formule à employer et sur les éléments connus et inconnus qui la composaient. Elle a ensuite fait un problème au tableau en insistant sur la nécessité d'avoir les bonnes unités. « Votre réponse ne sera pas bonne, a-t-elle dit, si vos unités ne le sont pas. »

Après avoir donné cet exemple, elle a donné aux élèves d'autres problèmes à résoudre en classe, en leur précisant : « Lisez bien le problème pour savoir ce que vous cherchez et essayez de trouver la bonne formule. » Elle a ensuite circulé dans la classe en vérifiant les progrès des élèves, en offrant de l'aide, en répondant aux questions et en continuant d'insister sur la nécessité de prendre la bonne formule et de ne pas se tromper dans les unités. Si un problème posait des difficultés à de nombreux élèves, elle retournait au tableau pour le faire, et les élèves copiaient la solution.

Dans l'ensemble, c'est ainsi que la présentation de cette question s'est déroulée. Pendant ma deuxième période d'observation, la classe a reçu un test corrigé sur les vecteurs, la force et le mouvement. Les bonnes

réponses étaient projetées sur un écran et les élèves corrigeaient leurs erreurs à mesure que l'enseignante revoyait les problèmes.

En revoyant cette séance, je lui ai dit :

M. Drake : J'ai l'impression que votre méthode consiste à faire résoudre beaucoup de problèmes et à donner beaucoup d'exemples pendant ces exercices ou avant. Vous travaillez avec les élèves pour leur montrer les processus mentaux et les étapes à suivre, pour leur indiquer comment résoudre les problèmes et pour leur montrer la logique de chacun d'eux.

M^me^ Able : Cela me paraît juste.

M. Drake : Pourquoi avez-vous décidé de faire cela?

M^me^ Able : Cela découle, je pense, comme beaucoup d'autres choses, des *guides* et des plans que j'ai dû employer. C'est comme ça que ça se faisait avant.

M. Drake : Est-ce que c'est comme ça qu'on vous a enseigné?

M^me^ Able : Oui. La première année où j'ai donné ce cours, j'ai pataugé pas mal en cherchant une orientation, des directives, et j'ai consulté entre autres choses mes vieilles notes de collège. Je me suis rendu compte que la méthode des autres enseignants ressemblait beaucoup à ce qui se faisait à l'époque.

M. Drake : Nous parlons ici d'une question de physique – le mouvement – qui se prête très bien à cette approche. Pour vous, est-ce que la physique consiste surtout à résoudre des problèmes, et les élèves en viennent-ils à la considérer de cette manière? Que pensent-ils de la théorie et des aspects descriptifs de la physique?

M^me^ Able : En regardant les premiers chapitres du manuel, on a l'impression qu'il y a beaucoup de problèmes à résoudre, mais à mesure que l'année passe, la théorie prend de plus en plus d'importance. Elle en a certainement beaucoup en 12^e^ année. Le manuel devient de plus en plus théorique et contient de moins en moins de problèmes pratiques.

M. Drake : À mesure que ce changement se produit, est-ce que l'attitude des élèves à l'égard de la physique vous semble différente?

M^me^ Able : Eh bien...non, pas vraiment, je crois. Il y a du pour et du contre, à peu près également. Certains aiment beaucoup les problèmes et ne s'attardent pas aux questions théoriques; leurs réponses écrites sont le plus courtes possible. Puis il y en a d'autres qui ne sont pas passionnés par l'aspect mathématique. Ils regardent plus loin pour avoir une espèce de vision d'ensemble. Je ne peux pas dire qu'un groupe soit plus important que l'autre.

Plus tard dans la période, l'enseignante a présenté un nouveau sujet en faisant lire un texte en classe. Pendant que les élèves lisaient, elle a écrit au tableau : « Quand la vitesse d'un corps augmente à un rythme constant, on parle d'accélération positive. Quand la vitesse d'un corps décroît à un

rythme constant, on parle d'accélération négative. »

Les élèves ont recopié ces énoncés pendant que le professeur ajoutait qu'on appelle aussi « décélération » l'accélération négative. Elle a également souligné la différence entre la vitesse et le vecteur vitesse, notant que la vitesse indique la distance parcourue en unités de temps, alors que le vecteur vitesse indique la vitesse et la direction. Les élèves ont aussi pris des notes sur l'accélération positive et sur la nature et la valeur de « g ». Ils ont ensuite eu à résoudre des problèmes sur la chute des corps. Comme auparavant, l'enseignante les a guidés pour qu'ils choisissent les formules, identifient les variables et trouvent la solution.

En discutant de cette leçon, j'ai demandé à M^me^ Able si le fait que les élèves acceptent sans discussion le lien entre l'accélération et la gravité la surprenait :

M^me^ Able : Malheureusement non. Quelquefois, je suis effrayée de voir comme ils sont dociles.

M. Drake : Pouvez-vous établir ce à quoi les élèves accordent le plus d'importance? Est-ce à la bonne réponse ou à la méthode qui permet de la trouver? Pensez-vous que les formules que vous leur donnez sont pour eux des clés pour trouver la bonne réponse ou est-ce qu'elles représentent le raisonnement nécessaire pour résoudre un problème particulier?

M^me^ Able : Je suis obligée de dire qu'ils voient les formules comme des outils pour trouver la bonne réponse. C'est la bonne réponse qui compte pour eux.

M. Drake : Dans votre enseignement, comment croyez-vous que vous abordez ce problème?

M^me^ Able : Euh...encore une fois, j'aimerais croire que je leur montre la logique, le raisonnement qu'il y a derrière tout ça, mais je ne le fais probablement pas.

M. Drake : J'aimerais savoir si vous faites certaines démonstrations classiques. Par exemple, faites-vous tomber une pièce de monnaie et une plume dans une colonne vide?

M^me^ Able : Nous ne faisons pas celle-là. Nous observons la chute des pièces de monnaie, comme on la décrit à la p. 86 du manuel.

M. Drake : Dans le texte, l'exposé sur la chute des corps est précédé d'une description de l'expérience imaginée par Galilée. Qu'est-ce que les élèves retirent d'une expérience mentale – s'ils en retirent quelque chose – et comment la relient-ils à l'expérience réelle de Galilée sur la chute de divers corps massifs?

M^me^ Able : Je ne sais pas trop comment vous répondre. Par contre, quand, plus tard dans le cours, on souligne la contribution de Galilée et de Newton, les élèves vont à la bibliothèque pour trouver quelques détails biographiques à leur sujet. Est-ce que cela signifie beaucoup de choses pour eux? Je ne sais pas. Dans bien des cas, nous ne rendons pas justice à l'histoire autant que nous le pourrions. Il y a à la bibliothèque des films qui

aident les élèves à la connaître.

La troisième période d'observation s'est déroulée en laboratoire. Les exercices, choisis parmi ceux du manuel, avaient un lien avec le travail fait en classe. On peut consacrer deux périodes entières à un seul exercice. L'enseignante explique d'abord l'expérience, puis les élèves la font en laboratoire. Ensuite, une fois l'expérience décrite sur papier, les données sont comparées et l'expérience est analysée.

Après avoir rappelé les élèves à l'ordre dans la classe, le professeur leur a demandé de se reporter au manuel du laboratoire. Puis elle leur a présenté l'expérience, qui allait porter sur l'analyse graphique du mouvement :

> « Vous allez tenter de savoir comment le mouvement d'un corps peut être analysé. Dans votre réponse, vous devrez résumer la méthode et la conclusion. Reportez-vous à la partie théorique de vendredi, "Cueillette de données", p. 36. Quelle est la période de vibration du générateur d'étincelles? Pas le nombre de points par seconde, mais le temps qu'il faut pour imprimer un point – de 0,01 à 0,03 seconde. En principe, vous avez inscrit la période la dernière fois que vous avez utilisé le générateur. Votre nom et la période devraient être inscrits sur la boîte dans laquelle le générateur se trouvait. Une fois au laboratoire, trouvez votre générateur et vous n'aurez pas à déterminer la période de nouveau. Autrement, vous devrez tout recommencer et mesurer la période. On vous explique comment le faire dans le manuel du laboratoire : faites passer la bande dans le générateur pendant trois secondes, comptez les points qu'il y a sur la bande, divisez les trois secondes par le nombre de points, et vous aurez le temps qui correspond à un point. Répétez trois fois et calculez la moyenne. »

L'enseignante a ainsi expliqué le reste de l'exercice en insistant sur des détails méthodologiques, en indiquant comment disposer et interpréter les données, et en parlant surtout de la préparation d'un graphique sur le rapport vitesse-temps. Ensuite, elle a passé en revue la liste du matériel nécessaire, parlé de nouveau de l'identification de la période et conseillé aux élèves de recueillir les données le plus vite possible pour avoir le temps d'analyser la bande et de préparer le graphique.

Les élèves se sont rendus au laboratoire où, conformément aux instructions préalables de l'enseignante, ils ont pris le matériel nécessaire. Ils ont été répartis en équipes de deux, et deux équipes se sont installées à chaque table. Les élèves n'avaient pas assez d'espace pour obtenir les meilleurs résultats, mais l'enseignante trouvait préférable de ne pas les faire attendre pour utiliser la table de démonstration, plus grande.

Les cordes qui fixaient les masses de 200 grammes au chariot avaient été coupées, et pendant qu'on assemblait le matériel, j'ai constaté qu'elles étaient trop courtes. En effet, quand on a placé le chariot assez loin pour qu'il puisse rouler sur toute la surface de la table, les masses de 200 grammes se trouvaient à 80 ou 90 cm du sol plutôt qu'à 30 cm, qui était la hauteur recommandée. Par conséquent, quand les masses ont atteint le plancher

pendant l'expérience, le chariot était trop près du bord de la table pour pouvoir décélérer.

La plupart des équipes ont assez facilement réussi à assembler l'équipement. Il y a eu quelques problèmes mineurs quand il s'est agi de libérer les chariots et de les faire rouler jusqu'au bout. Personne ne s'est plaint de la longueur des cordes. Aucune équipe n'a jugé nécessaire de déterminer la période du générateur utilisé; toutes se sont fiées au chiffre qui était inscrit.

Conformément aux conseils de l'enseignante, les élèves ont fait l'expérience rapidement puis ont mis l'équipement de côté pour travailler sur leurs données. Le professeur circulait parmi eux en observant leur travail, en faisant des suggestions et en apportant son aide au besoin. Les questions ont porté sur le calcul de t (nombre de points x 10 x période du générateur), sur la méthode qui permet de déterminer N, et sur le fait qu'ils avaient moins de valeurs dans leurs données que le tableau du manuel semblait en nécessiter. Une fois tracés, la plupart des graphiques sur la vitesse en fonction du temps ne montraient qu'une accélération positive, de sorte que les élèves étaient incapables de déterminer les points où l'accélération était nulle ou négative.

Plus tard, j'ai discuté de ce laboratoire avec M^me^ Able :

M. Drake : Selon vous, quelle place doit occuper le laboratoire dans l'ensemble du cours?

M^me^ Able : Je pense qu'en utilisant le manuel et le guide du laboratoire, on obtient de meilleurs résultats que dans l'I.S.P., où on va d'abord au laboratoire pour construire ensuite la théorie à partir du manuel. J'aime enseigner la théorie en classe, la revoir dans le guide du laboratoire et dire aux élèves : « Maintenant, vous allez faire une expérience là-dessus ». La référence au manuel permet de bien renforcer la théorie, et je crois que le renforcement de la théorie est meilleur que la méthode de la découverte.

M. Drake : Après avoir dit cela, pensez-vous que les laboratoires enseignent ou démontrent vraiment ce qui se passe dans le monde des sciences? Est-ce que ce sont des expériences pertinentes dans ce sens?

M^me^ Able : Dans le monde des sciences? Je souhaiterais que ce soit le cas. Au chapitre 3, nous passons pas mal de temps sur les variables dépendantes et indépendantes, sur ce qu'on mesure et sur ce qu'on vérifie, sur les techniques générales d'expérimentation. J'espère que les élèves acquièrent le goût de la précision et qu'ils apprennent des techniques qui s'emploient dans le monde scientifique.

M. Drake : Qu'est-ce qui arrive si les expériences de laboratoire ne fournissent pas les données escomptées? Est-ce que ça arrive quelquefois?

M^me^ Able : Oh oui. Au début, les élèves notent seulement ce qu'ils

trouvent. Mais à mesure que le cours avance, et en 12e année, comme ils se dirigent vers un résultat prévu, ils doivent, dans leur conclusion, donner un pourcentage d'erreur, expliquer dans quelle mesure ils se sont approchés des résultats, et chercher pourquoi.

M. Drake : Quel lien un élève établit-il entre cette situation et celle d'un scientifique qui fait une expérience sans connaître la réponse? Est-ce que cela rend les élèves plus ou moins sceptiques à l'égard des résultats du véritable travail scientifique? Ou bien, quand ils ne trouvent pas la « bonne réponse », est-ce qu'ils attribuent cela à des caprices de l'équipement ou à leur propre incapacité?

Mme Able : Ce serait plutôt cela : ils pensent probablement que les choses sont si absolues que s'ils n'arrivent pas à établir que la densité de l'eau est d'un gramme par cm^3, ils croient que c'est de leur faute, qu'ils se sont trompés quelque part.

M. Drake : Et ils ne pensent pas qu'un technicien, un scientifique, feraient les mêmes erreurs dans un laboratoire?

Mme Able : Beaucoup d'entre eux ne savent absolument pas combien un technicien est précis dans un laboratoire. Il n'y a qu'en 10e année qu'ils cherchent une réponse inconnue, et ils ont sûrement beaucoup mûri quand ils sont en 11e. S'ils devaient découvrir quelque chose, ils seraient mieux armés pour le faire.

M. Drake : En 10e et en 11e années, il y a beaucoup de préparation aux expériences de laboratoire, et vous accordez beaucoup d'importance à cela, au fait que les élèves arrivent au laboratoire en étant mentalement préparés à ce qu'ils vont trouver, au lieu que cela vienne d'eux.

Mme Able : Oui.

M. Drake : Est-ce qu'ils aiment les labos? Les filles plus ou moins que les garçons?

Mme Able : Je trouve que les filles de cet âge-là sont beaucoup plus minutieuses, et que les garçons ont l'air de traverser une époque maladroite. Les filles ont un peu plus d'aptitudes – un meilleur sens de l'organisation, certainement. Quant à savoir s'ils aiment cela ou non, je ne peux pas voir de différence.

Après avoir observé trois périodes, je mesure l'importance de l'énoncé du Guide de l'école, qui disait : « Une bonne connaissance de la "logique de résolution des problèmes mathématiques" est le seul préalable (du cours de physique de 11e année) ». On peut déduire la solidité de ces connaissances chez bien des élèves en voyant combien l'enseignante insiste sur l'acquisition d'aptitudes mathématiques simples.

L'enseignante avait passé une bonne partie de sa carrière à enseigner les mathématiques et elle a avoué plus d'une fois qu'elle insistait peut-être trop sur cette matière. Voici comment elle décrivait ses objectifs pour le cours de physique de 11e année.

M^me^ Able : J'aime les sciences et je voudrais que les étudiants acquièrent un certain bagage à l'école secondaire s'ils le peuvent, parce qu'à mon avis, c'est important. Ce serait un de mes objectifs. Il y a aussi une autre chose que j'aimerais voir faire – et je sais que nous en sommes bien loin – ce serait de montrer comment la physique s'intègre à l'ensemble et comment ils peuvent s'en servir plus tard. Je ne sais pas quel type de travail de relations publiques il faudrait faire. En général, la physique – chaque année, il y a un ou deux élèves qui viennent me voir pour me dire « J'avais peur, j'avais toujours entendu dire que c'était difficile, mais je suis content d'avoir choisi le cours parce que j'ai trouvé que ça ne l'était pas ». Je ne sais pas comment nous pouvons chasser cette idée parce qu'avec toute la nouvelle technologie et tous les changements, la physique devient de plus en plus nécessaire aux étudiants.

M. Drake : Alors, le problème consiste-t-il à relier la physique au monde dans lequel ils vivent?

M^me^ Able : Je crois que oui, mais je ne sais pas comment faire. Je ne sais pas d'où vient ce mythe selon lequel on envisage de faire de la physique seulement...

M. Drake : ... si on est destiné à aller à l'université?

M^me^ Able : Oui. C'est vraiment dommage. J'enseigne en 10^e^ année, les inscriptions de l'année prochaine s'en viennent, et les élèves poseront toutes sortes de questions quand on leur dira qu'ils doivent prendre un cours de sciences en 11^e^, et qu'ils ont le choix entre la chimie, la biologie, la physique, l'agriculture et les sciences familiales. Les sciences familiales et l'agriculture ne leur posent pas de problèmes, la biologie non plus peut-être. Ils demandent toujours « La chimie, c'est quoi? » ou « La physique, c'est quoi? ». Il faut leur dire qu'en chimie, on fait telle et telle chose, qu'en physique, on fait telle et telle chose, mais je ne sais pas comment on doit leur présenter cela. Je pense que c'est en en faisant qu'ils verront réellement ce que c'est.

M. Drake : Est-ce qu'il y a des choses que vous voudriez faire mais que vous ne faites pas, et pourquoi?

M^me^ Able : J'aurais l'air complaisante si je disais non, n'est-ce pas? J'aimerais croire qu'au-delà de la physique elle-même, ils acquièrent une certaine capacité d'organiser leur pensée, que ce soit en rédigeant un rapport de laboratoire ou en faisant autre chose. Une certaine quantité d'auto-discipline qui va avec toutes les formes d'étude, mais avec la science en particulier – l'habitude de se tenir à jour, qui pourrait leur servir à n'importe quel moment.

Commentaires

La présentation du cours ne reflète pas seulement l'intérêt que l'enseignante porte aux mathématiques. Elle enseigne la physique comme elle l'a apprise, et comme certains de ses collègues l'enseignent. Elle suit le texte de près parce qu'il donne de l'ordre et une direction aux activités de la classe. Elle utilise les illustrations et les démonstrations du manuel et choisit les exercices de laboratoire parmi ceux qui y sont recommandés. Il n'y a pas beaucoup d'innovations d'une année à l'autre. Ses stratégies sont simples : présenter une petite quantité de théorie, faire quelques démonstrations, en se servant surtout du tableau et d'un rétroprojecteur; montrer l'application de la théorie en faisant faire des problèmes et développer la logique de résolution des problèmes en insistant sur les formules, les unités; insister sur l'apprentissage, en se servant des problèmes du manuel, de problèmes additionnels et des questions suscitées par les travaux, puis renforcer la théorie au moyen d'un exercice de laboratoire et passer à une autre petite quantité de théorie.

Biologie de 12e année : enseignement par objectifs

Il s'agit du cours théorique de biologie que le Guide de l'étudiant décrit ainsi :

> « Ce cours porte principalement sur le Règne animal. On y étudie les organismes des invertébrés et des vertébrés, en insistant sur les relations de l'évolution de diverses espèces. La dernière partie du cours traite du développement humain et de divers aspects de la biologie humaine, selon ce que le temps permet de faire. »

Le manuel employé s'intitule *Biological Science* (édition révisée), de Gregory et Goldman. On l'emploie en 11e et en 12e année. En 12e année, on fait essentiellement de la zoologie; la biologie cellulaire et la botanique sont étudiées en 11e année.

J'ai d'abord rencontré la classe dans le laboratoire de biologie. C'est une pièce meublée de tables à quatre places, disposées le long des murs, ce qui laisse un grand espace libre au centre. Il y a aussi une table pour le professeur, une table de préparation avec un évier, une chambre de croissance (climatérium) non utilisée, et deux aquariums. Des microscopes sont rangés dans les armoires murales. Le matériel didactique comprend des tableaux sur les plantes et les animaux, des modèles illustrant la méiose et la mitose, et un choix de plaques microscopiques. Il y a des plateaux de dissection et des jeux d'instruments dans l'espace de rangement de tous les bureaux. On a accès à une salle de projection et à une serre à partir du laboratoire.

Lors de ma première visite, les élèves disséquaient des grenouilles tachetées qui avaient été conservées et injectées. Le professeur leur donnait les spécimens, et les élèves continuaient la dissection au point où ils l'avaient laissée la veille.

Ce jour-là, il fallait d'abord disséquer l'appareil digestif. Les élèves travaillaient à partir d'un manuel et avaient un texte et un diagramme de

la grosse grenouille d'Amérique pour les aider. Un tableau sur la dissection de la grenouille était aussi suspendu au mur. Le professeur circulait pour donner des directives. Les élèves semblaient préférer se servir des instruments plutôt que de leurs doigts. Les équipes faisaient beaucoup de comparaisons entre leurs travaux. Les instructions du manuel se rapportaient aux grenouilles insensibilisées, que les étudiants n'avaient pas vues, plutôt qu'aux grenouilles conservées. La classe n'a pas observé de grenouilles vivantes. Certains élèves prenaient des notes, mais aucun ne faisait de dessins. Un groupe a tenté d'étudier la structure pulmonaire, en se servant d'un morceau séché de tissu placé sur une plaque. Mais il a eu de la difficulté à interpréter ses observations.

Une fois la dissection de l'appareil digestif terminée, le professeur a donné des directives générales sur la dissection du système circulatoire. Il a fait remarquer que le manuel manquait de détails et que le recueil de textes, tout autant que le diagramme, constitueraient des matériaux importants. Il a souligné surtout qu'il faudrait de la patience et beaucoup de minutie à cette étape de l'opération puisqu'il faudrait suivre les vaisseaux à partir de l'artère du tronc. Les élèves ont pris soin de jeter les spécimens et de nettoyer les instruments à la fin de la période.

La deuxième période d'observation a eu lieu dans la classe de biologie. Rien dans cette pièce n'indique que l'on s'y adonne à l'étude de cette matière. La leçon portait sur les deux catégories de vertébrés que sont les reptiles et les oiseaux. Le professeur a d'abord distribué une liste d'objectifs et l'a lue, en indiquant ce qu'il fallait faire pour atteindre certains objectifs, dans quels cas on visionnerait des films, etc. Il a ensuite commencé à prendre les objectifs un à un, en présentant la page 449 du manuel, où un tableau indique les caractéristiques des reptiles. Il a transcrit ces caractéristiques au tableau noir et a commenté chacune d'elles :

M. Aspen : Nous pouvons tout de suite penser à des exceptions (c'est-à-dire à des reptiles qui n'ont pas deux paires de membres). Pouvez-vous m'en nommer?

Un élève : Les oiseaux?

Un élève : Les serpents?

M. Aspen : C'est ça. Les serpents n'ont pas de pattes; de petites excroissances peut-être, dans certains cas. Rappelez-vous ce que le film disait hier sur les modifications qu'ont subies les pattes des tortues de mer pour que ces animaux puissent nager. (Le professeur a écrit au tableau : « Le coeur est divisé de façon imparfaite en quatre parties, et il a deux oreillettes. ») Il y a donc deux oreillettes, et un ventricule dont la cloison est imparfaite. Je reviendrai là-dessus bientôt, quand nous parlerons des crocodiliens. Dans ce cas, la cloison du ventricule est étanche, et cela a des effets importants sur l'efficacité du fonctionnement de l'organisme.

Il a ensuite écrit : « La respiration se fait toujours par les poumons. » Il n'y a eu aucun commentaire à ce sujet. « La température du corps est

variable. La fertilisation est interne. » « Si on les compare aux amphibiens, on peut voir dans quelle mesure ils sont adaptés à la vie terrestre. »

M. Aspen : Christian, nomme-moi quelques-unes des faiblesses dont les amphibiens devaient s'accommoder? (Pas de réponse immédiate. Puis, avec un peu d'aide...)

Des élèves : Leurs membres n'étaient pas bien adaptés à la vie sur terre. Il fallait que les oeufs aient assez d'eau. Les reptiles pondent leurs oeufs sur la terre. Il faut que les poumons soient aidés par la respiration cutanée. La peau des amphibiens doit rester humide.

Le cours s'est poursuivi ainsi, le professeur questionnant les élèves pour leur faire voir les adaptations nécessaires à la vie terrestre. Au cours de l'échange, on revenait sur les caractéristiques des groupes étudiés auparavant et sur le film de la veille. Quand il est arrivé au troisième objectif, le professeur a indiqué l'échéance des travaux demandés sur les dinosaures et les migrations d'oiseaux. Les élèves devaient rédiger un texte de 200 à 250 mots sur les caractéristiques qui permettent aux oiseaux de voler, mais ils devaient le faire pour eux-mêmes et le conserver en prévision de l'examen, et non le remettre au professeur. Le texte sur les dinosaures, qui devait être fait à partir d'articles du *Scientific American* et du *National Geographic*, devait porter sur trois questions précises : d'abord, un système de classification suggérant des relations; ensuite, un commentaire sur les avantages et les inconvénients de la constitution des dinosaures à sang chaud; enfin, quelques explications possibles sur l'extinction des dinosaures. Le professeur a fait remarquer aux élèves qu'ils trouveraient de nombreuses théories dont aucune n'échappait tout à fait à la critique.

La classe a vu ainsi tous les objectifs de la liste, en prenant des notes au besoin. En parlant de la classification des reptiles, le professeur a indiqué que les autorités ne s'entendaient pas sur le nombre de catégories. Il a écrit au tableau :

Ophidiens - serpents
Chéloniens - tortues
Sauriens - lézards
Crocodiliens - crocodiles, alligators, gavials, caïmans

Une élève : Qu'est-ce qu'un caïman?

M. Aspen : C'est un crocodilien de petite taille. J'ai ici un article du *National Geographic* de septembre 1978 qui s'intitule « Les temps sont durs pour les crocodiles » (« A Bad Time to Be a Crocodile »). Voyons un peu ce qu'on y dit. Les illustrations des diverses espèces ne sont pas mauvaises, n'est-ce pas? (Il commence par une citation.) « Ils ne sont pas particulièrement charmants. Ils n'ont pas de grands yeux comme les bébés phoques. Mais dans le monde entier, nombre de ces espèces

sont en voie d'extinction. ») Il continue de lire l'article, en soulignant le fait qu'on utilise la peau des crocodiles et qu'on chasse ces animaux sans le moindre discernement. Il montre certaines des illustrations, indique que les crocodiles ont un sens très développé de leur territoire et montre l'image d'une grenouille en train de se faire dévorer.)

Un élève : Mais la grenouille n'a pas de poison?

M. Aspen : Les toxines des grenouilles varient d'une espèce à l'autre et dans certains cas, elles ne font pas grand-chose de plus que les rendre moins bonnes à manger.

Des élèves : Les oiseaux en mangent, non?

M. Aspen : Peut-être juste une fois que les oeufs viennent d'éclore.

Pendant la troisième période d'observation, le cours s'est déroulé de la même manière. Le professeur la considérait comme une période de clarification. Il avait l'intention d'aborder les questions qui se trouvaient à la fin du chapitre sur les oiseaux, de montrer un film d'introduction sur les mammifères, de distribuer une nouvelle liste d'objectifs et d'entreprendre une discussion sur ce sujet. C'est exactement ce qui s'est passé. Quand il a pris les questions du manuel, le professeur s'assurait d'abord qu'il avait une réponse satisfaisante, après quoi il encourageait une discussion libre ou profitait de l'occasion pour introduire une idée nouvelle.

Les points suivants ont émergé de notre discussion :

M. Drake : À quoi sert la liste d'objectifs?

M. Aspen : Elle souligne ce à quoi je veux arriver dans un chapitre donné. Elle donne aux élèves une idée de ce que j'attends d'eux. Elle me permet aussi de faire les tests et les évaluations en fonction de ce que nous avons vu en classe. Je m'en sers pas mal. Mais la première utilisation, celle de déterminer les limites du chapitre, est la plus importante. Ces objectifs représentent le strict minimum de ce que j'attends, et j'encourage les élèves à lire autre chose que le manuel pour enrichir leurs connaissances ou pour trouver des applications supplémentaires.

M. Drake : En somme, la liste d'objectifs les renvoie au texte?

M. Aspen : En général, mes objectifs sont assez proches du manuel, mais je me sers aussi de revues comme *Time*, *Newsweek*, *Scientific American* ou *National Geographic*. Souvent, les articles que je choisis ne se rapportent pas au contenu du manuel et permettent aux élèves de voir plus loin. Ils sont pas mal limités à ce que j'ai lu et trouvé intéressant. Cependant, en préparant mes objectifs, je me laisse guider à la fois par mon propre jugement et ma propre expérience et par les points sur lesquels le manuel insiste. Le Ministère ne nous donne pas d'indications précises; il ne fait que vous proposer des chapitres.

M. Drake : Dans la classe, vous préférez que l'atmosphère soit détendue. Avez-vous des trucs pour encourager la discussion?

M. Aspen : Au cours des années, on m'a reproché entre autres choses de ne pas laisser assez de place à la discussion.

M. Drake : Est-ce que les élèves sont gênés ou quoi?

M. Aspen : Non, ils trouvent que je parle trop. Je n'ai pas de facilité à susciter cette espèce d'intérêt qui devient contagieux et qui pousse tout le monde à discuter. Cela dépend bien sûr du sujet et des élèves. Quand j'enseigne la génétique, c'est beaucoup plus animé.

M. Drake : Avez-vous des techniques particulières pour utiliser les films?

M. Aspen : Évidemment, les films ont le grand avantage de montrer des choses vivantes en action, ce que les manuels ne peuvent pas faire. J'essaie de m'en servir comme d'un tremplin pour développer la matière d'un chapitre.

M. Drake : Y a-t-il d'autres stratégies que vous souhaiteriez mentionner?

M. Aspen : Si on prend mon efficacité (ou mon manque d'efficacité) en classe, je pense qu'elle dépend plus de ma personnalité que de la matière elle-même ou de ma méthode d'enseignement.

Commentaires

Même s'il suit le manuel et le guide du laboratoire, le professeur se sert beaucoup d'autres textes, des revues surtout. Le cours est axé sur la description plutôt que sur l'expérimentation, sur la qualité plutôt que sur la quantité. Comme l'a indiqué M. Aspen, la liste d'objectifs donne une orientation aux cours, mais elle n'empêche pas de faire à l'occasion des digressions autour d'un thème. Comme l'enseignant est aussi directeur adjoint de l'école et entraîneur de l'équipe de hockey, ses rapports avec les élèves sont assez différents de ceux de certains autres enseignants. Les extraits du rapport d'observation donnent une bonne idée de ce qui s'est passé au laboratoire et en classe. Dans la mesure où la présence d'un chercheur dans la classe influe sur la présentation d'un cours, et étant donné la dernière réponse de M. Aspen, les présents commentaires insisteront surtout sur sa philosophie et ses conceptions qui n'apparaissent pas dans le compte rendu des cours.

M. Drake : Quels sont les principaux objectifs que vous vous fixez en donnant le cours de biologie de 12e année?

M. Aspen : Au départ, les élèves de cette classe sont assez différents les uns des autres et n'ont pas tous le même intérêt pour la biologie. C'est pourquoi je me suis donné deux types d'objectifs. Il y a d'abord la minorité qui veut avoir une introduction à la biologie pour pouvoir s'inscrire plus tard à un programme dans cette matière. Je voudrais non seulement qu'ils n'aient pas de handicap, mais aussi qu'ils se fassent déjà un certain nombre d'idées sur cette science. Ensuite, il y a la majorité, ceux qui n'étudieront plus la biologie. J'essaie de leur faire voir la grandeur, l'extrême complexité et l'ordre qu'il y a dans un organisme vivant, en tentant (ce qui n'apparais-

sait pas, sauf peut-être dans les sessions d'observation) de leur faire accepter d'une manière très logique et naturelle l'existence d'un être suprême. Je leur montre comment les choses sont aujourd'hui, je leur indique que notre planète est encore énormément dirigée par une force supérieure quelconque.

M. Drake : Dans ce cas, est-ce que la théorie de l'évolution vous pose des problèmes?

M. Aspen : Elle ne m'en pose pas à moi.

M. Drake : Est-ce qu'elle en pose aux élèves? Est-ce que vous essayez d'établir un lien entre ces deux choses?

M. Aspen : J'essaie de le faire, sans rien imposer ou sans mettre dans l'embarras ceux qui trouvent une certaine vision de l'évolution trop déplaisante. Je crois très fort à l'évolution, mais je crois aussi qu'elle est dirigée par Dieu. Je ne vois pas du tout pourquoi les trois milliards et demi ou les six milliards d'années pendant lesquelles la vie est censée avoir existé avant nous ne refléteraient pas la manière dont Dieu a voulu rendre l'ensemble de la planète plus complexe.

M. Drake : Est-ce que les élèves manifestent beaucoup d'intérêt pour toute cette question?

M. Aspen : Je ne sais pas s'ils commencent le cours en voyant les choses de cette manière, mais je pense qu'à la fin, la majorité pense ainsi.

M. Drake : Cela entre donc dans vos objectifs, d'éveiller au moins cette idée dans leur esprit...

M. Aspen : Sans gêner ceux à qui ça déplairait, oui. C'est parfois difficile de faire ce genre de compromis, alors je me fixe comme objectif très très général de leur faire apprécier la complexité de la vie, pour qu'ils la relient peut-être à l'héritage chrétien des gens de notre province. Et puis j'essaie un peu plus précisément de permettre à ceux qui ne feront plus de biologie d'avoir une idée un peu plus exacte, d'être un peu plus conscients des problèmes sur lesquels ils auront à se prononcer en tant que citoyens et électeurs.

M. Drake : Et la biologie en tant que science, est-ce que vous en parlez?

M. Aspen : Je crois que oui. Je ne sais pas si je réussis à apprendre des techniques d'expérimentation aux élèves, à leur montrer comment prendre des données précises, etc. Je ne crois pas y arriver aussi bien que je devrais.

M. Drake : Une grande partie de la biologie n'est pas fondée autant sur les quantités que la physique ou la chimie. Pensez-vous alors que les élèves voient la biologie comme une science moins exacte, et est-ce qu'ils établissent un lien entre elle et les sciences physiques?

M. Aspen : Au début de mon cours, chaque année, j'insiste sur le fait que s'ils veulent se diriger en sciences après l'école secondaire, ils

doivent faire de la chimie, de la physique et des mathématiques. Mais je ne leur parle pas de cela tous les jours... Par contre, j'insiste pour qu'ils comprennent notre système de classification, pour qu'ils voient l'importance des mots latins, à une époque où plus personne n'apprend cette langue. Je consacre pas mal de temps à cela – la nécessité de tout cela, l'évolution historique, pourquoi c'est devenu ainsi, etc. Même si ce n'est pas arrivé pendant les périodes d'observation, j'insiste beaucoup aussi sur les liens qui unissent la biologie et certaines question morales – pas nécessairement religieuses. Je pense par exemple aux méthodes de lutte contre les insectes ou les animaux nuisibles, aux conséquences des nouvelles techniques médicales, à la mise au point de nouvelles variétés de semences, etc. J'essaie d'en parler d'une manière générale, pour qu'ils comprennent que ces questions relèvent de la biologie tout en étant importantes pour les Canadiens de la fin du XX^{e} siècle. Je leur fais voir qu'ils doivent avoir au moins une compréhension minimale de la biologie pour faire face à ces problèmes et aux problèmes politiques et sociaux. Je ne sais pas dans quelle mesure j'y arrive, mais j'en parle et je crois que cela constitue une partie importante de l'étude de la biologie.

VIII. Lavoisier – L'enseignement des sciences dans une polyvalente

Pierre-Léon Trempe

Lorsqu'on m'a proposé d'effectuer cette recherche, le sujet m'a emballé. Enfin, on allait examiner l'enseignement des sciences de l'intérieur, à partir de ce que vivent effectivement ses principaux acteurs, dans leur quotidien, et non seulement au travers de la lunette plus ou moins myope de l'observateur qui se tient à l'écart, recueillant minutieusement des faits, ceux-là seulement qu'il pourrait soumettre à l'ordinateur. Pourtant, j'ai eu un moment d'hésitation, et pour cause. Le risque était grand. Il fallait troquer le confort des hypothèses bien posées au départ, des instruments bien rodés et de l'analyse statistique rigoureuse contre l'insécurité! L'insécurité de l'imprévu. Allais-je trouver quelque chose d'intéressant? Autre chose que des banalités? Et surtout, quelque chose qui puisse aider l'enseignement des sciences? En tête, j'avais deux questions, seulement deux petites questions : comment se fait l'enseignement des sciences, et pourquoi est-ce ainsi?

J'ai donc rencontré des enseignants et des élèves dans leur univers : celui de la classe, de la cafétéria, de leur « agora ». J'ai regardé, questionné, écouté. Et j'ai progressivement perçu un malaise lancinant, qu'il m'a été long à identifier, à nommer. Jusqu'au jour où tout m'a semblé s'éclaircir. Ce malaise, me semble-t-il, c'était bel et bien l'aliénation. Ai-je bien diagnostiqué? À vous d'en juger.

Le cadre de l'étude

Cette recherche s'inscrit dans la jeune lignée des « études de cas »; jeune du moins en éducation, et peut-être plus particulièrement au Québec. De telles études, familières aux anthropologues, font habituellement appel à un certain nombre de techniques : l'interview formelle et informelle, la collecte de documents personnels et surtout l'observation participante. Chacune de ces techniques, qui d'ailleurs ont toutes été utilisées dans cette étude, joue un rôle complémentaire par rapport aux autres. L'usage exclusif d'une seule d'entre elles affaiblirait la valeur des résultats.

La méthode

Il va de soi que la réussite d'une recherche de cette nature tienne beaucoup à la méthode utilisée. J'ai donc rédigé, à l'intention des enseignants, un court document expliquant les fins et modalités de cette recherche. Ce document constituait en quelque sorte le « fer de lance » de l'étude. Il a donc été rédigé avec le plus grand soin. Et parce qu'il constitue le cadre même de l'étude, j'inclus ici les extraits qui résument le mieux mes intentions.

> « Je dois souligner de façon explicite que mon but, de même que celui des autres chercheurs canadiens impliqués dans cette étude, n'est pas de faire une recherche comparative visant à mettre en perspective les diverses situations, ni non plus de porter un *jugement* sur celles-ci, et encore moins sur les différents acteurs impliqués dans chacune d'elles, mais de *comprendre* dans la mesure du possible comment sont ces situations et pourquoi elles sont ce qu'elles sont. Vous rétorquerez certainement, et avec raison d'ailleurs, qu'il est très difficile de s'abstenir de juger. J'en conviens et je ne suis certainement pas plus à l'abri qu'un autre d'une telle tendance. Je puis cependant vous assurer que je ferai tout en mon pouvoir, pour limiter le plus possible celle-ci, et pour employer essentiellement mes ressources à comprendre le plus et le mieux possible.
>
> Vous vous demandez sans doute, maintenant, ce qui fera précisément l'objet de cette recherche. Deux questions serviront de guides à cette étude; ces deux questions sont d'ailleurs étroitement liées : *quelles sont les situations d'apprentissage effectivement offertes aux élèves en regard des sciences?* et *quels sont les différents paramètres exerçant une influence déterminante sur ces situations d'apprentissage?*
>
> Je m'explique en illustrant par des sous-questions chacune de ces deux grandes questions. Dans le cadre de la première : Quelle est effectivement la gamme des objectifs poursuivis par l'enseignant dans sa classe? Quel matériel utilise-t-il dans l'exercice de ses fonctions? Quelles stratégies pédagogiques utilise-t-il pour atteindre ses objectifs? Sur quoi met-il l'accent? etc.
>
> Dans le cadre de la seconde : quelles sont les contraintes (venant des jeunes, des parents, de ses supérieurs, du ministère, etc.) qu'il doit respecter dans l'exercice de ses fonctions? Dans quelles conditions

(locaux, horaires, réglementation, disponibilité de matériel, etc.) travaille-t-il? Sur quels soutiens (conseiller pédagogique, appariteur, collègues, professeurs d'université, bibliothèque spécialisée, etc.) peut-il compter? Avec quel type de clientèle travaille-t-il? Quelle est effectivement sa marge de manoeuvre ou, en d'autres termes, qu'elle est son degré d'autonomie? Quelles sont ses revendications? Est-il d'accord avec l'enseignement des sciences tel qu'il est dispensé aujourd'hui? Et sinon, comment le conçoit-il, et qu'est-ce qui l'empêche d'introduire des changements?

Comment vais-je procéder pour obtenir ces informations? Je précise dès à présent qu'une "étude de cas" ne peut au départ être planifiée aussi rigoureusement qu'une étude descriptive traditionnelle, avec ses questionnaires standards, ses analyses statistiques, etc. C'est une étude *sur le terrain*, comme font les anthropologues. Sa méthode exacte se dessine donc à mesure que l'étude progresse : des hypothèses naissent en cours de route et selon celles-ci, les méthodes de collecte qui apparaissent alors les plus appropriées sont déterminées. Rien n'est éliminé a priori, de sorte que si un événement digne d'intérêt (pour les fins de la recherche en cours) se présente, l'attention se porte alors sur lui et on prend le temps de l'explorer à fond. Contrairement aux études traditionnelles qui s'occupent exclusivement de tendances générales, l'étude de cas considère l'événement singulier afin de saisir en quelque sorte la situation de l'intérieur. Dans ce genre de recherche, l'important n'est donc pas tant de trouver ce qui est semblable, mais de tenter de comprendre ce qui est. »

J'ai ensuite envoyé une lettre accompagnée de ce document au directeur général de la commission scolaire où se trouve la polyvalente cible. Suite à une consultation de ce dernier auprès de ses principaux adjoints, y compris le directeur de la polyvalente cible, ma demande est acceptée. Une courte réunion d'échange fait suite entre ces derniers et moi. Celle-ci se solde par un accord rapide et complet : ils manifestent beaucoup d'intérêt à l'égard de cette étude. Le directeur convient donc de réunir ses professeurs de sciences dans quelques semaines (à la fin de juin) afin que je puisse établir un premier contact avec eux. J'envoie alors une lettre à chacun des huit enseignants concernés, leur demandant personnellement à leur tour leur collaboration. Cette lettre est accompagnée du petit document remis aux administrateurs. Quelques jours plus tard, cette lettre est suivie d'une autre les invitant à venir à la rencontre d'information prévue à la fin de juin. Cette rencontre a lieu. Ils sont tous présents! Après deux heures d'échanges, je note dans mon calepin(qui me suivra partout dorénavant) : « je les sens réservés, mais ils donnent tous leur accord de principe. Je les reverrai donc tous, individuellement, sur rendez-vous, à la fin de septembre. » Ça y est, c'est parti!

Fin septembre. Je rencontre, à l'écart, chacun des enseignants. Magnétophone en main, je leur pose mes deux questions : comment se fait l'enseignement des sciences et pourquoi est-ce ainsi? J'écoute, et je

demande certains éclaircissements. Ils deviennent rapidement à l'aise et volubiles. Ils parlent spontanément de tout : leur façon d'enseigner, le matériel utilisé, les difficultés rencontrées, les élèves, les rapports avec la direction, les exigences des programmes, la société... Bref, tout y passe.

Les enregistrements, de près d'une heure chacun, sont transcrits à la machine à écrire (environ 200 pages au total). Une somme importante d'information. Un premier dépouillement me fait découvrir quelques thèmes possibles, mais rien de vraiment articulé. Au delà des anecdotes et des réflexions personnelles de mes interlocuteurs, je sens un malaise commun à toutes ces interviews, mais je suis incapable de l'identifier.

Fin octobre, novembre et début décembre, je retourne sur le terrain. Mais cette fois, et avec la permission des enseignants, j'entre dans les classes. J'assiste aux exposés magistraux, aux séances de laboratoire, aux périodes d'exercices. J'observe, j'écoute, je questionne, et même, avec le temps, j'aide (comme l'enseignant) certains élèves en difficulté. Je discute avec les enseignants, individuellement ou en groupe, entre deux périodes de cours, le midi, après 15 h 30. Parfois je prends rendez-vous, parfois j'arrive à l'improviste. Parfois le matin, parfois l'après-midi : d'autres fois, toute la journée. Au début de la semaine, ou vers la fin; rarement au milieu.

Je circule partout pour « m'imbiber » de l'atmosphère de l'école : dans la cafétéria, dans le grand hall, dans la bibliothèque, dans le vestiaire... J'écoute, j'observe, je pose parfois quelques questions. Et je note. Je note tout dans mon calepin. En décembre, quand je quitterai le terrain, j'aurai au total rempli plus de 120 pages de notes manuscrites. Parfois j'écris sur le champ, sur place; parfois je me retire un peu à l'écart, et je reviens ensuite. Je ne tarde cependant jamais à noter, de crainte d'oublier.

Entre la fin d'octobre et le début de décembre, j'ai dû passer environ 80 heures sur le terrain. Au fil des visites, mon regard s'affine. Je sais de plus en plus ce qui m'intéresse : les diverses manifestations d'une aliénation possible chez les acteurs. Entre janvier et mars je passe en revue la documentation sur l'aliénation et ses principales manifestations, et j'élabore un modèle théorique dont une esquisse apparaît dans la prochaine section. En mars et en avril j'effectue un dépouillement de la totalité de l'information recueillie à la lumière de ce modèle et je finis la rédaction du rapport préliminaire.

Au mois de mai je fais parvenir un exemplaire du rapport préliminaire aux huit enseignants concernés (et à eux seuls). Quelques semaines plus tard, je rencontre tout le groupe en dehors de leur milieu de travail. Les commentaires de chacun se font entendre. Quelques modifications sont apportées au texte. Le magnétophone enregistre. Cette confrontation au rapport préliminaire fait partie intégrante de l'étude en cours. Un addendum est ajouté au rapport préliminaire retouché, pour faire état des points saillants de cette dernière rencontre. Et voilà le rapport final.

Description des lieux et des acteurs

La polyvalente-cible, francophone, est située à peu près au centre du Québec. Elle compte quelque 1 500 élèves et environ 125 enseignants. Elle est desservie par un système d'autobus scolaires qui y amènent, notamment à cause de l'enseignement de certains métiers, une population disparate : urbaine, semi-urbaine et rurale. Près du tiers de ses élèves proviendrait de milieux économiquement défavorisés.

Aux dires des administrateurs, cette polyvalente serait dans l'ensemble assez représentative des polyvalentes du Québec : ni trop grande, ni trop petite, ni trop avant-gardiste, ni trop conservatrice, avec des problèmes semblables à ceux éprouvés ailleurs, etc. Bref, ce serait apparemment « ni pire, ni meilleur qu'ailleurs », comme disait un enseignant. C'est aussi mon avis.

Cette polyvalente dessert une clientèle variée. Outre le fait qu'elle offre un enseignement aux deux secteurs, professionnel et général, sa clientèle s'étend du secondaire I (7e année) au secondaire V (11e année); avec, en plus, un secondaire VI pour deux de ses métiers, et le professionnel court qui forme des aides dans certains métiers. Le tableau VIII.I présente un organigramme des voies possibles offertes par cette polyvalente.

Par ailleurs, le département de sciences compte huit enseignants. Pour sauvegarder l'anonymat, j'éviterai de donner beaucoup de précisions à leur sujet. Mentionnons cependant, que la gent masculine est nettement surreprésentée et que tous ont près ou plus de quarante ans, et plus de quinze années d'expérience dans l'enseignement. Leur tâche respective se présente comme suit : deux enseignent la physique, deux enseignent la biologie, deux autres la chimie. Le septième enseigne l'écologie, et le huitième, qui vient d'être « parachuté » (expression courante ici) en sciences après 17 ans d'enseignement en mathématiques, enseigne l'« initiation aux sciences physiques ». À l'exception de ce dernier, tous enseignent en sciences depuis nombre d'années.

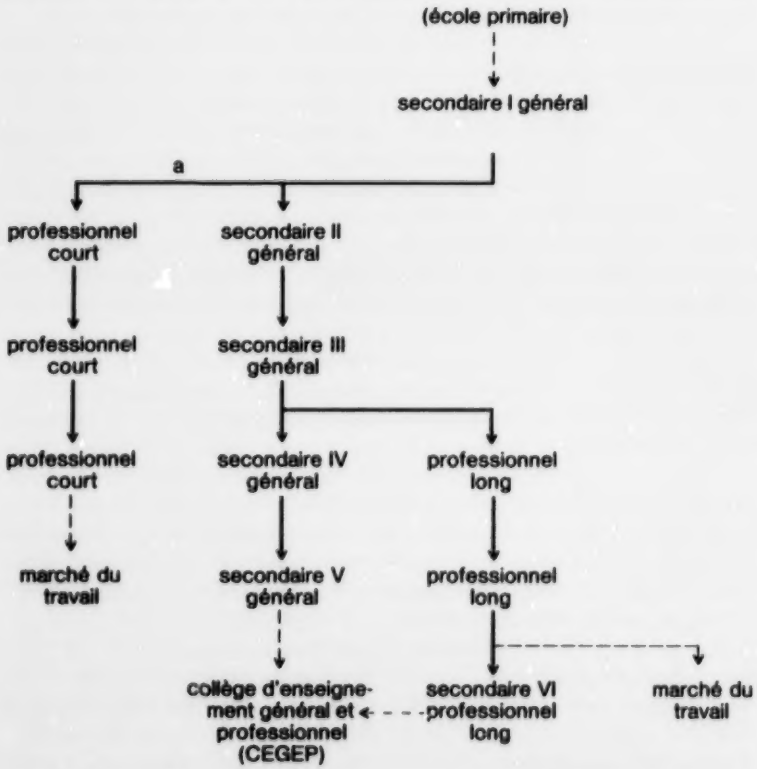
Quelques mots sur l'aspect physique de la polyvalente : il s'agit d'un grand bâtiment de béton au centre d'un vaste terrain de verdure, qui est lui même ceinturé par des centres commerciaux et un quartier dortoir relativement récent.

Entrons et jetons un premier coup d'oeil sur les lieux. Il est 11 h 48. J'ai par hasard choisi l'entrée qui donne sur le hall. Une pièce très spacieuse; au centre, le plafond est à environ dix mètres. En face, blottie contre l'un des murs, une petite cabine vitrée : le repaire du surveillant. Tout est calme. Le soleil pénètre à flot par quelques fenêtres situées près du plafond. Quelques élèves flânent sur les bancs qui ceinturent la pièce.

Une cloche se fait entendre. Ma montre indique 11 h 50. J'avance doucement. Deux minutes s'écoulent. Soudain la musique, à tue-tête. C'est une musique très rythmée (un élève me dira plus tard que c'est de la musique « progressive »). Puis un flot d'élèves! Il en sort de partout. Presque sans bousculade, mais d'un pas rapide. Des visages qui souvent m'impressionnent : des yeux ternes, traits tendus, très peu de sourires.

J'ai une sensation d'irréel. La cohorte semble se diriger vers un endroit particulier. Je suis. C'est le vestiaire. Plafond bas (trois mètres), éclairage mitigé. Des casiers bien alignés, des centaines de casiers. Des portes qui claquent et claquent. Des cadenas qui heurtent les parois de métal. Un bruit assourdissant. Quelques bousculades. Certains endossent leurs imperméables et sortent. J'en aperçois d'autres qui partent, un sac à la main. Je les suis. Ils me conduisent à la cafétéria. C'est une grande pièce éclairée par des tubes fluorescents qui diffusent une lumière crue. Au fond, une grande baie vitrée donne sur le stationnement des autobus. Des tables et des chaises de contreplaqué et à tubulure métallique y sont alignées. Beaucoup de bruit, mais supportable, à la limite. Sur le mur en blocs de béton, on peut observer deux affiches énormes, aux couleurs vives, du ministère des Affaires sociales : poissons, fruits et légumes. En face, le comptoir où on fait la queue...

Figure VIII.1 - Organigramme des orientations possibles



* Si l'élève a 15 ans et qu'une batterie de tests autorise le transfert.

Je quitte la cafétéria, et je me fais agresser de nouveau par la musique étourdissante du hall. Je sens mes muscles se contracter, comme si j'étais prêt à bondir. Un escalier s'avance dans le hall. J'y monte. En face, derrière une porte close : le gymnase. Haut, presque cubique, de dimension respectable (environ 20m x 20m). Quelques élèves jouent au ballon. Je reviens sur mes pas. J'arrête un élève : « Où est la bibliothèque? » « Dans l'sous-sol, mais c'est fermé à c't'heure-cit! » « Quand est-ce que c'est ouvert? » « Pendant les cours, pi à'récréation... » Je fuis la musique et j'emprunte le premier corridor qui se présente. Sur les murs, ça et là, des fresques très colorées, des couleurs vives, des contrastes violents; sans doute le travail d'élèves de l'école. Puis des classes, toutes à peu près semblables, bien éclairées, avec leurs tables et chaises à tubulure métallique et leur tableau vert. Je continue ma promenade. Une toilette : la porte est barrée! J'attendrai la suivante. Sur le linoléum du corridor, des brûlures de cigarettes, par centaines. Une autre toilette, fermée à clef elle-aussi! (On me dira plus tard qu'elles sont toujours ainsi!) Je m'oriente alors à nouveau, guidé par la musique, vers le hall : cul-de-sac! Ce corridor, qui donne sur le hall, est fermé par des portes verrouillées à l'aide d'une chaîne cadenassée. Je rebrousse chemin.

Je parviens enfin au hall. Des centaines d'élèves assis tout autour, sur les bancs; appuyés contre les colonnes massives, côte à côte dans les escaliers, ou simplement debout ici et là. Beaucoup d'entre eux ont une tenue négligée : chemise pendante, « jeans » plus ou moins propre et bottines de travailleur partiellement lacées. Je réussis à me frayer un chemin. Malgré ce vacarme, certains semblent discuter! Quelques rires isolés. D'autres, nonchalamment, semblent observer les passants. Et le directeur, silencieux, le visage impassible, qui fait calmement sa ronde. Le son d'une cloche perce malgré le bruit. C'est l'heure de retourner en classe. La musique se taît brusquement. La masse bruyante se met en branle et s'engouffre dans les bouches de corridors. Un lourd silence s'installe et les murs réapparaissent peu à peu à travers la fumée de cigarette. Le surveillant ferme la grille métallique qui donne accès au vestiaire, puis verrouille...Je m'en vais, abasourdi.

Les modalités d'enseignement

« Trois périodes de 60 minutes le matin, et deux l'après-midi. »

En quoi consistent ces périodes dans le cas des sciences?

C'est variable. Mis à part le cas de l'écologie, l'enseignement fait appel à quatre types d'activités : des exposés magistraux occasionnels, plusieurs périodes de laboratoire, des périodes fréquentes d'exercices et, régulièrement, des examens. En écologie, le « labo » est à peu près inexistant et les exposés magistraux occupent relativement peu de place; de sorte que pour l'essentiel, on retrouve seulement deux types d'activités : des « fiches de travail » où les élèves, à l'aide de leurs volumes de base, complètent des exercices; et les examens. Signalons au passage que la physique, la chimie et la biologie sont optionnelles et ne sont offertes qu'en secondaire

IV et V, que l'initiation aux sciences physiques (optionnelle elle aussi) est offerte en secondaire III alors que l'écologie est obligatoire en secondaire I. Ajoutons encore que les groupes comportent généralement entre 20 et 30 élèves, quelquefois un peu plus; garçons et filles ensemble et en nombre à peu près égal.

L'exposé magistral

L'exposé magistral se fait plus ou moins en parallèle avec le volume de base : *PSSC* dans le cas de la physique (452-552 et 422-522); *CHEMS* dans le cas de la chimie (462-562); *Biologie humaine* (Désiré et coll.), *Biologie* (Cournoyer et Garon) et *L'homme dans son milieu* (Couillard et coll.) pour la biologie humaine 412, *BSCS* et *Biologie moderne* (Otto et Towle) pour la biologie générale 422; et *ISP* dans le cas de l'initiation aux sciences physiques. En ce qui a trait à l'écologie, on utilise pour l'essentiel, le cahier d'exercices intitulé « L'écologie au secondaire » (Dubé) tandis que les volumes de base sont *Les êtres et leur milieu* (Viscasillas) et *Perspectives écologiques, introduction à la biologie* (Thibeault et Daoust).

Notons que les élèves n'ont pas ces livres en leur possession. Ceux-ci sont seulement placés à leur disposition à l'intérieur des locaux de sciences respectifs (où ont lieu en général les diverses activités d'enseignement). Ils peuvent cependant, avec la permission du professeur, les apporter occasionnellement à la maison. On me dit qu'en procédant ainsi, « les livres durent plus longtemps et que lorsqu'ils les apportent, les élèves sont plus motivés, car peu d'élèves veulent travailler à la maison. »

En général, l'exposé magistral fait suite aux travaux de laboratoire. Il permet de synthétiser les principales informations qui sont censées avoir été tirées de ces « labos » qui servent alors d'appui, de références « concrètes », aux propos du professeur. L'exposé permet aussi de compléter la « matière à passer » et de préparer l'élève aux exercices de fin de chapitre et à l'examen qui s'ensuit. Certains professeurs ajouteront à l'occasion le visionnement de quelques films.

En général, lors de l'exposé magistral, l'élève attend, crayon à la main, de pouvoir retranscrire dans son cahier de notes ce que le professeur écrira en capsule au tableau. Le reste du temps, mis à part quelques élèves ou quelques moments d'intérêt particulier, l'élève dessine des graffitis, bavarde avec son voisin ou, tout simplement, regarde fixement devant lui, les yeux vides. Le professeur écrit donc au tableau, souvent sous forme de phrases complètes, ce qu'il considère comme important; le critère alors utilisé pour déterminer cette importance est alors la probabilité d'une éventuelle question à l'examen du Ministère. Pour attirer l'attention, le professeur pourra dire des paroles comme « Ça c'est important, le Ministère le demande trois fois sur deux. »

Entre professeur et élèves, il semble d'ailleurs exister un accord tacite à ce sujet. Tout se passe comme si l'élève savait que, quoi qu'il fasse pendant l'exposé, il ne risque pas de perdre l'information utile pour l'examen s'il prend bien soin de noter ce que le professeur met en encadré au tableau.

L'important étant l'examen, ou plus précisément sa « note », pourquoi suivrait-il l'exposé en entier si le contenu de l'encadré est suffisant pour réussir? Surtout qu'aux dires de plusieurs, « les cours en avant, c'est plate. » Du côté du professeur, « comme les élèves ne savent pas prendre des notes, il faut leur dire exactement ce qu'ils doivent écrire dans leur cahier de notes. Comme ça au moins, en transcrivant, ils risquent de retenir quelque chose. On pourrait leur fournir ces notes, polycopiées, mais ils ne veulent pas lire. D'ailleurs, ils ne savent pas lire! Alors on est obligé de faire ça » (ces encadrés écrits au tableau).

Les professeurs sont conscients de ce manque d'attention durant l'exposé magistral, et chacun essaie d'y remédier à sa façon. Soit par une blague en passant (parfois d'un goût douteux) : « Je sais que les filles ne comprendront pas (avec un sourire en coin), mais.... » (Rappelons que tous les groupes sont mixtes). Soit en employant des expressions insolites du genre « P-MAT », pouvant servir en même temps de moyen mnémotechnique pour retenir la succession : prophase, métaphase, anaphase et télophase. Soit en posant, à l'improviste, une question à un élève manifestement « dans la lune ». Soit en haussant le ton. Soit en employant la formule magique : « Pour l'examen,.... » Soit en donnant quelques exemples de la vie courante, etc.

Pendant les quelques exposés magistraux (de cinq ou six professeurs différents) auxquels j'ai pu assister, j'étais assis à l'arrière de la classe. Je prêtais l'oreille à ce que disait le professeur mais mon attention portait en général sur autre chose : le comportement des élèves, mais aussi le bruit. J'ai été étonné de constater le niveau de bruit pendant ces exposés : bruit du système de ventilation, bruit de chaises qui se déplacent, chuchotements, éclats de rire à l'occasion, écho dans certains locaux, bruit de feuilles, etc. (sans compter tous ces moments, fréquents au début de mon travail sur le terrain, où l'« intercom » venait interrompre le fil de l'exposé. En ces occasions, le niveau de bruit augmentait alors de plus belle; personne ne semblait vouloir écouter les consignes.) De là où j'étais placé, le niveau sonore était tel qu'à certains moments, j'arrivais à peine à saisir les paroles du professeur. À la longue, je ressentais une fatigue au milieu d'autant de bruit. Peut-être est-ce différent pour ceux qui en ont l'habitude, à moins qu'ils n'en prennent plus conscience. On peut se demander cependant s'ils n'en subissent pas moins les conséquences pour autant.

J'ai mentionné plus haut que le temps accordé aux exposés magistraux n'était pas très grand. Effectivement, ces derniers occupent au plus le quart des périodes d'enseignement. De sens, ils sont relativement courts, si l'on considère les pertes de temps pendant l'exposé, surtout en début et en fin de période. En effet, il s'écoule certainement cinq bonnes minutes avant que le cours proprement dit débute. Les élèves arrivent lentement l'un à la suite de l'autre. Certains vont s'entretenir avec le professeur pendant que les autres gagnent leur place, sortent leurs papiers, s'installent et bavardent avec Pierre, Jean, Jacques. Puis le professeur prend les présences et attend un peu pour que la classe se calme. Puis le cours commence.

Vers la fin, il semble souvent de mise que cinq, ou même dix minutes avant la fin de la période dans certains cas, les élèves commencent à ranger leurs affaires et à attendre que la cloche sonne. Ainsi sur 60 minutes, on peut compter environ une quarantaine de minutes de cours comme tel. Un professeur me disait d'ailleurs à cet égard : « Moi je leur dis : si vous m'écoutez pendant 50 minutes, pas 60 – peut-être 40 en réalité, avec toutes les petites blagues que j'envoie – vous n'aurez pas de temps à perdre à étudier à la maison. Ça là, ça les poigne! Je les entends alors se dire entre eux : "qu'est-ce qu'il dit là?" Je le répète, puis ensuite j'analyse ce que je viens de leur dire. Je leur dis que c'est une question de limite de la capacité de concentration. »

Les périodes de laboratoire

Les périodes de laboratoire et les périodes d'exercices se partagent à part à peu près égale la majeure partie du temps d'enseignement; soit un bon 30 % du temps dans chaque cas (sauf en écologie où le travail en laboratoire se réduit à trois périodes de manipulations au microscope en début d'année).

Les labos reposent toujours sur une marche à suivre écrite et précise. Dans certains cas, celles-ci sont transmises sous forme polycopiée, alors que dans d'autres cas, les élèves doivent les transcrire dans leur cahier pendant que le professeur les écrit et les commente au tableau. Dans d'autres cas encore, les élèves doivent les extraire eux-mêmes d'un cahier de laboratoire conçu par une maison d'édition, et les transcrire dans leur cahier. Selon les situations, cette marche à suivre peut être plus ou moins explicite. Elle peut se présenter sous forme de menues opérations à accomplir, ou sous forme d'une suite graduelle de questions. En voici deux exemples.

Le premier exemple consiste à déterminer le point de solidification et de fusion de la naphtaline. Après avoir dressé la liste du matériel nécessaire, le professeur écrit au tableau ce qui suit, que les élèves, de secondaire III, transcrivent dans leur cahier, sans porter manifestement beaucoup d'attention à ce qu'ils écrivent. À mesure qu'il écrit au tableau, le professeur fait des pauses pour laisser aux élèves le temps d'écrire et ajoute oralement quelques informations.

Point de solidification et de fusion
Marche à suivre

1. Placer le support à bécher sur la planchette;
2. Remplir le bécher d'eau (3/4) et le placer sur le support;
3. Poser deux supports à éprouvette;
4. Poser les bouchons de liège aux thermomètres;
5. Plonger un thermomètre dans l'eau et le fixer au support par le bouchon;
6. Plonger l'éprouvette contenant de la naphtaline dans l'eau et la fixer au support;

7. Allumer le brûleur et le mettre sous le bécher;
8. Chauffer jusqu'à ce que la naphtaline soit complètement fondue. Y plonger l'autre thermomètre (noter la température);
9. Noter la température de l'eau et enlever le brûleur;
10. Résultats : [Le professeur reproduit exactement le tableau dans lequel les élèves devront insérer leurs résultats].

Notez la température à laquelle la naphtaline se solidifie. Graphique des résultats. [Le professeur reproduit au tableau les axes et les échelles de ce graphique]. Tracer deux courbes : une pour la température de l'eau et une pour la température de la naphtaline. [Le professeur trace d'ailleurs ces deux courbes sur le graphique!]

Dans le second exemple, le professeur distribue deux feuilles polycopiées. En voici un extrait. Les élèves de secondaire IV viennent de manipuler le disque sur coussin d'air; ce qui leur a permis d'obtenir une suite de points sur une feuille de papier. Ce labo porte sur le mouvement d'un projectile :

1. Quelle est la forme de la trajectoire suivie par le projectile?
2. Quel est le temps de vol du projectile?
3. Mesurer sa portée;
4. Mesurer la vitesse horizontale du mobile à tous les 0,10 s et en faire un tableau;
5. Quelle est la vitesse horizontale moyenne?
6. De quel genre de mouvement horizontal est-il animé?
7. Quelle est la variation de la vitesse horizontale entre
   a) 0,0 et 0,2 s?
   b) 0,6 et 1,5 s?
   c) 0,0 et 0,6 s?
8. Calculer les accélérations durant les intervalles précédents;
9. Mesurer la distance horizontale parcourue par le mobile entre :
   a) 0,0 et 0,2 s?
   b) 0,0 et 0,5 s?
   c) 0,0 et 0,6 s?
10. Calculer à l'aide des équations de ce mouvement les distances horizontales parcourues par le mobile durant les intervalles de temps du numéro précédent;
11. Les résultats du numéro 9 et ceux du numéro 10 sont-ils comparables?
12. Calculer [.....etc, jusqu'au numéro 31].

Les élèves sont donc étroitement encadrés, on les escorte pas à pas. Ensuite, on leur demande de tirer des conclusions : à moins qu'on les leur donne tout bonnement! Lorsqu'ils doivent trouver par eux-mêmes, la tâche leur paraît difficile. Parfois même, ils ne voient tout simplement pas, même si la conclusion saute aux yeux. Dans le cas de la réfraction, par exemple,

l'un des professeur me raconte qu'ils sont conduits pas à pas à constater que le rapport des sinus est constant. Et lorsque vient le temps de tirer une conclusion, ils ne voient pas qu'il s'agit là précisément de la conclusion à tirer de l'expérience! À la défense des élèves, il faudrait cependant savoir exactement dans quel contexte cette expérience a eu lieu. De plus, escortés aussi étroitement, on peut se demander dans quelle mesure ils peuvent effectivement participer activement à cette démarche. D'autant plus que les élèves n'amorcent jamais véritablement l'expérience avec une question précise en tête, un problème à résoudre à l'aide d'une recherche empirique. Les réponses qu'on me donnera pour expliquer cette absence sont : « On n'a pas suffisamment de temps pour ça; de toute façon, ils ne veulent pas se poser de questions. Ce qu'ils veulent, c'est quelque chose de clair et précis. Ils veulent qu'on leur disent tout ce qu'ils doivent faire. Ils nous disent : on veut avoir la connaissance écrite devant nous; on ne la découvrira pas, mais laissez-nous faire, on l'apprendra. »

D'ailleurs le mot « expérimenter » lui-même ou l'expression « faire une expérience » comportent pour ces élèves une signification bien particulière. Expérimenter ou faire un expérience ne signifie pas vraiment, comme on pourrait s'y attendre, mettre à l'épreuve un hypothèse plus ou moins précise en faisant en sorte qu'un phénomène se manifeste dans des conditions bien déterminées, mais plutôt toucher empiriquement une réalité et voir de ses propres yeux se produire un phénomène pour acquérir, disent-ils, la certitude de son existence. Le fait qu'on ait « palpé » soi-même cette réalité devient apparemment un critère de vérité : « C'est vrai, je l'ai expérimenté. » Comme si l'expérience directe attestait de l'évidence! Un jour, je posais cette question à deux élèves qui travaillaient au microscope : « Pourquoi faites-vous ça? » « C'est pour voir. » « Mais voir quoi? » « Des bibittes. » « Mais le professeur vous en a déjà montrées? » « Oui, mais là, c'est pas pareil, on voit pour vrai! » Un autre jour, à deux autres élèves qui travaillaient à tracer des courbes de mouvements uniformément accélérés, à l'aide du disque sur coussin d'air : « Pourquoi faites-vous ça? » « Parce que ça nous donne des points. » Quelques instants après, je leur répète ma question. L'un d'eux me répond : « Pour apprendre. » « Apprendre quoi? » « Que quand on a une pente, on a une accélération constante. » « Et ça vous ne le saviez pas? » « Oui, mais on n'est pas supposé le savoir. » « Que veux-tu dire? » Après quelques instants d'hésitation, il me répond : « Ben, à c't'heure, on le sait plus (davantage) » avec une mimique et un geste de la main qui semblent dire : « C'est comme ça... Pour être certain, il faut en faire l'expérience, toucher du doigt; en tout cas, le professeur veut que ce soit comme ça. »

Des exemples de ce genre et bien d'autres encore me font croire que les élèves (mis à part peut-être quelques rares exceptions, que je n'ai cependant pas réussi à trouver malgré mes nombreuses tentatives en ce sens) n'ont aucune idée du bien-fondé de ce qu'ils font au laboratoire : hormis, bien sûr, quelques idées sur les manipulations à accomplir et même dans certains cas, des idées bien précises concernant les résultats à obtenir!

J'ai discuté de ce fait avec quelques-uns des professeurs. Ils reconnaissent eux-aussi cet état de choses, mais ne voient vraiment pas comment ils pourraient changer la situation dans les circonstances actuelles. Parmi les raisons invoquées, mentionnons l'attention des élèves qui serait trop dispersée à cause des nombreuses exigences des différentes matières, la division de l'horaire en périodes d'une heure seulement, qui ne permet pas le temps nécessaire pour s'engager réellement dans une activité, la surcharge possible, dans ces circonstances, des programmes, l'incompatibilité entre des objectifs jugés souhaitables par ces professeurs, et la nécessité de dispenser un enseignement aligné sur l'objet des examens du Ministère et, enfin, le fait que « les élèves n'aient jamais appris à chercher, à faire un effort, ayant toujours eu 'tout cuit dans le bec!, avant même d'avoir à demander quoi que ce soit. » « C'est la génération du presse-bouton », me disait l'un des professeurs.

Les exercices

Ces exercices sont constitués généralement des questions qui apparaissent à la fin de chacun des chapitres du manuel. Le professeur en résout quelques-unes au tableau, à titre d'exemples. Puis les élèves doivent eux-mêmes, en équipe (de deux habituellement), répondre aux autres questions. Le professeur passe alors de groupe en groupe pour aider les élèves en difficulté ou se tient à leur disposition à l'avant de la classe. C'est bien souvent l'occasion pour le professeur de faire comprendre une notion, une loi, une formule mal assimilée.

Lorsqu'un élève pose une question au professeur, il ne reçoit pas toujours une réponse directe. Il se voit souvent répondre soit par une autre question plus accessible (et de proche en proche, de question en question, le professeur l'amènera à répondre lui-même à sa question initiale), soit par des explications plus fondamentales que ce que demandait initialement l'élève, soit par un amalgame des deux procédés précédents. Mais le professeur n'est pas toujours apprécié de ses élèves lorsqu'il agit de la sorte. Il doit donc faire des compromis et parfois répondre directement.

J'ai noté d'ailleurs que pendant les périodes d'exercices, bon nombre des élèves étaient très « actifs. » Ils n'avaient pas une minute à perdre, il fallait à tout prix achever ces problèmes... parce qu'il y en aura de semblables à l'examen. Ainsi, lorsqu'à l'exemple du professeur je donnais un « coup de main » à des élèves en difficulté, ils ne tardaient généralement pas à me faire savoir leur mécontentement, si je tentais trop (à leur avis) de leur faire comprendre ce qu'ils faisaient. « Nous autres, ce qu'on veut savoir, c'est comment il se résout ce problème-là »; en sous-entendu : le reste ne nous intéresse pas!

En questionnant de nombreux élèves appartenant à des groupes différents, je me suis rendu compte que pour eux, ce qui importait vraiment était de savoir « comment faire pour résoudre »; plus précisément, par quel « truc » (formule ou autre, comme savoir comment repérer l'information dans le livre) on pouvait y arriver. Le bien-fondé de ce truc et la

signification de ce qu'ils trouvaient à l'aide de ce « truc » ne les intéressaient tout simplement pas. Il y a probablement des exceptions, mais je n'en ai pas trouvé. J'ai même rencontré quelques élèves qu'on considérait comme des « forts »; il suffisait que je « gratte » un peu le vernis, pour découvrir que leur compétence se bornait dans les faits, à l'utilisation très habile de ces « trucs »; sans plus.

J'ai encore noté qu'il arrivait fréquemment que des élèves se lancent dans la résolution d'un problème avant d'avoir vraiment compris sa signification. Pour s'en assurer, il suffisait de demander : « Qu'est-ce qu'on te demande dans ce problème? » pour que l'élève se mette à lire l'énoncé du problème. Si je lui demandais d'utiliser ses propres mots, il avait souvent peine à le faire, s'il y parvenait. Dans d'autres cas, peut-être savait-il ce que demandait le problème, mais il avait alors oublié les informations données dans son énoncé! En aucun cas, je n'ai rencontré un élève qui cherchait au départ à se représenter intuitivement le problème et à délimiter la forme ou l'ordre de grandeur de sa solution. En face d'un problème, la première question qui semblait se poser était « quel truc dois-je choisir? »

J'ai pu discuter avec certains professeurs de cette situation, qu'ils reconnaissaient d'ailleurs eux-mêmes. Les explications qu'ils m'en ont données sont les suivantes :

> « Tout ce que veulent les élèves, ce sont leurs notes, et plus facilement ils pourront les obtenir, mieux ce sera. »
>
> « Les élèves ne savent pas lire; ils ne cherchent même pas à deviner la signification d'un mot nouveau. Si une phrase est le moindrement longue, ils sont perdus. »
>
> « Les élèves ont beaucoup de difficulté en mathématiques. Imagine, en secondaire IV, 20 divisé par 12. Ça donne 1 reste 8. Monsieur, que j'entends, j'écris-tu un virgule huit (1,8)?... Il y a au moins 10 élèves sur 30 qui sont incapables de faire une division, s'il y a des décimales. »
>
> « Les élèves n'ont pas été habitués à avoir une vue d'ensemble. Avec toutes ces méthodes où ils devaient trouver le mot manquant, ou encore ces tests à choix multiples, ils font tout par petites étapes, sans comprendre vraiment ce qu'ils font. C'est peut-être plus facile à corriger pour le professeur, mais ça ne forme pas. »
>
> « Les élèves ont été exposés à trop de choses, ils en ont trop vu, maintenant ils ne s'attachent plus à rien. »

Les examens

Des examens ont lieu en général au milieu et à la fin d'une étape. Or une année comporte quatre étapes. Ce qui fait donc près d'un examen par discipline par mois en moyenne. Je n'ai pas eu l'occasion d'assister à une période d'examens. Les quelques renseignements que je possède sur ce sujet proviennent essentiellement d'une consultation de questionnaires d'examens, obtenus à la suite d'une demande écrite de ma part à la mi-décembre. Ma lettre stipulait : « J'apprécierais grandement que le plus

rapidement possible, vous me fassiez parvenir dans l'enveloppe affranchie ci-jointe, un exemplaire d'un examen que vous avez récemment fait passer à vos étudiants. » J'ai reçu des exemplaires de sept professeurs sur huit.

Certaines constatations s'imposent à l'analyse de ces documents. D'abord, tous ces examens sont de type « papier-crayon ». En dépit de l'importance du temps accordé aux périodes de labo, aucune manipulation (à défaut de recherches proprement dites) n'est requise dans le cadre de l'examen. J'y vois là un argument de plus à la signification qu'on accorde au labo : une activité permettant uniquement aux élèves de « voir pour vrai » les phénomènes dont traite le professeur. Par ailleurs, aucune question ne fait appel à leur capacité en recherche. Par exemple, quelles hypothèses formuleriez-vous face à tel problème empirique? Ou encore, comment feriez-vous pour mettre telle hypothèse à l'épreuve? L'évaluation porte donc manifestement sur autre chose que la recherche empirique.

Dans un deuxième temps, on constate l'importance accordée à la mémoire. Dans le cas de la biologie, les questions font habituellement appel à la simple mémorisation. Dans certains cas, il s'agit de définitions, par exemple : « Définissez le terme muscle » ou « Qu'est-ce qu'une glande endocrine? » Dans d'autres cas, il s'agit de faire l'inverse, c'est-à-dire de trouver le terme approprié : « À quoi correspondent les descriptions suivantes : 1. La double membrane percée de pores qui entoure le noyau; 2. Les groupes de tubules disposés perpendiculairement et situés au voisinage du noyau... » etc. Dans d'autres cas encore, il s'agit de décrire les constituantes de quelque chose, ou les facteurs qui interviennent dans tel phénomène, ou les différences entre telle chose et telle autre, etc. Aucune question ne fait appel à un raisonnement.

En écologie, on fait également appel à la simple mémorisation. Cependant ici s'ajoutent quelques questions qui exigent certains calculs, par exemple : « Étant donné tant d'animaux de telle, telle et telle espèces, tant de végétaux de telle, telle et telle espèces, quelle est la population de la ferme? combien y a-t-il d'espèces animales et d'espèces végétales? Quelle est la population de lapins?, etc. » Ou encore : « Un champ a une surface de 8 000 m^2 et 25 vaches y broutent. Calculez la densité de population des vaches. »

Dans le questionnaire du cours d'initiation aux sciences physiques, on trouve uniquement deux types de questions : des questions exigeant des calculs et des questions nécessitant l'interprétation de graphiques.

Exemples du premier cas :

« Exprimer en grammes par 100 cm^3 d'eau, la solubilité des corps suivants : 1) 5 g dans 55 cm^3 d'eau; 2) 15 g dans 45 cm^3 d'eau; [...] 10) 15,2 g dans 45 cm^3 d'eau. »

Ou encore, faisant appel à la règle de trois :

« La quantité maximum de nitrate de potassium qu'on peut dissoudre dans 100 cm^3 d'eau à 100°C est 240 g. Combien peut-on en dissoudre dans : 1) 50 cm^3; 2) 75 cm^3;[...] 10) 300 cm^3. »

Exemples du second cas :

« À l'aide des graphiques de la page 60 de votre volume, trouver la masse maximum de nitrate de potassium qu'on peut dissoudre dans 100 cm^3 d'eau : 1) à 85°C; 2) à 50°C; [...] 10) à 80°C. »

En physique, on trouve essentiellement des questions qui exigent l'application de formules. Exemples :

« Une bille de 50 g lancée à la vitesse de 12 cm/s frappe une autre bille de 80 g circulant dans le même sens à 2 cm/s. Après la collision, la bille de 80 g est animée d'une vitesse de 7 cm/s. Quelle est la vitesse de la bille de 50 g après la collision? »

« On laisse tomber une balle d'une hauteur de 98 m. Calculer le temps que prend la balle à toucher le sol. a) 4,5s b) 3,2s c) 10s d) 20s e) 40s. »

Parfois, on rencontre des questions portant sur la définition d'un terme (ex. collision inélastique; avec choix de réponses) ou sur la compréhension d'un phénomène. Exemple :

« Parmi les énoncés suivants, lequel est vrai?
Une balle est lancée horizontalement, à une vitesse de 20 m/s, d'une hauteur de 2,0 m.

a) L'accélération horizontale de la balle est de 9,8 m/s^2;
b) L'accélération verticale de la balle est de 9,8 m/s^2;
c) La vitesse verticale de la balle est constante;
d) Le temps de chute de la balle dépend de sa vitesse horizontale;
e) La distance horizontale parcourue par la balle est indépendante du temps de chute de celle-ci. »

En chimie, on trouve des questions portant sur : (1) la compréhension de certains phénomènes, (2) l'interprétation de graphiques et (3) la compréhension de certaines notions. Voici un exemple de chaque catégorie :

« Soit telle réaction chimique (l'équation chimique équilibrée est donnée) [...] Si on ajoute telle substance, que se produira-t-il? Si on change les conditions de pression, ou de température, que se produira-t-il? »

« Voici une série de graphiques représentant, pour telle réaction, les concentrations respectives des produits et des réactifs. Choisissez parmi les descriptions suivantes, celles qui décrivent le mieux [...] (la situation). »

« Combien y a-t-il de moles de molécules dans 180 g d'eau? » (La formule chimique étant donnée); « Quel poids de HI (g) est formé dans un mélange de 0,10 mole de H_2 (g) et 0,20 mole de I_2 (g)? La température et la pression sont telles que 20 % de l'hydrogène est transformée en HI. »

La troisième constatation, c'est que lorsque les questions ne font pas directement appel à la simple mémorisation de termes, de notions ou de formules, elles exigent surtout la mise en oeuvre ordonnée d'opérations mathématiques élémentaires, particulièrement la règle de trois. Il y a somme toute relativement peu de réflexion sur les phénomènes naturels eux-mêmes. De sorte qu'un élève sachant lire correctement, maîtrisant les

opérations mathématiques requises et doué d'un peu d'esprit logique, n'a qu'à avoir retenu quelques bribes d'informations pour obtenir de bonnes notes à ces examens. Dans le cas des questions à choix multiples, cette réflexion m'apparaît encore moins nécessaire; un peu de logique suffit parfois pour procéder par élimination et repérer la réponse la plus probable. Il ne semble pas exagéré alors de se demander si ces examens évaluent vraiment la réalisation des objectifs établis pour l'enseignement des sciences, ou s'ils n'évalue pas surtout des capacités en lecture, en calcul arithmétique et en logique élémentaire. Au cours de l'automne, j'ai pu discuter de ce sujet avec quelques professeurs. Ils semblent en être conscients, mais voient difficilement comment éviter ce piège. L'un d'eux me disait : « Si les élèves avaient les outils de base (français, mathématiques et travail intellectuel), et surtout s'ils voulaient s'en servir, on pourrait aller beaucoup plus loin, et faire véritablement des sciences. Mais ils sont si démunis et ils ne veulent pas se donner la peine de travailler. »

En quatrième lieu, on ne trouve aucune question portant sur des problèmes de la vie courante. Si l'on n'avait que ces examens pour juger du contenu du message en sciences, il faudrait alors considérer l'enseignement des sciences comme complètement dissocié de la vie courante. Ils ne reflètent en rien les problèmes susceptibles de préoccuper les élèves et les phénomènes naturels qui les entourent (ex. : le grille-pain qui ne fonctionne pas, les gâteaux qui lèvent, le soleil qui rougit parfois à son coucher, le phénomène de la grossesse, l'effet de certaines drogues, la fabrication des matières plastiques, etc.). Il n'est nullement question non plus de la valeur de la science à l'égard du bien-être de la société : aucun dilemme d'ordre moral n'est présenté à l'élève. Il n'est pas davantage question des personnes qui ont fait cette science, ni du contexte socio-culturel des principales découvertes. En outre, on ne perçoit aucune relation entre la science et la technologie. La science qui transparaît au travers des examens est une science désincarnée et aseptisée. Même le style des questions employées est détaché et froid : soit X, Y, Z, trouver telle chose, sans plus. En aucun cas, on ne met l'élève « dans le coup », dans l'aventure d'une découverte, devant un défi à relever; bref, devant un problème vraiment significatif pour lui, ce qui lui permettrait de mettre en pratique ce qu'il vient d'apprendre.

Cinquième constatation. Certaines questions, rares toutefois, peuvent soulever quelque interrogation quant à leur propre signification, sinon à l'égard du message véhiculé par l'enseignement des sciences. Exemples :

> « Un grand nombre de pièces de 1 cent sont disposées dans une boîte avec leur côté pile vers le haut. La boîte est fermée et agitée. Prédire ce que l'on fera quand la boîte sera ouverte. »
>
> « Un jardin de 300 m^2 renferme 25 plants de carottes, 50 plants de tomates, 12 plants de fèves et 200 plants de maïs. Calculer la densité de population : des carottes, des tomates, des fèves et du maïs. » (Aucune information n'apparaît à propos de l'espacement minimal requis pour chacune de ces plantes!)

« Pourquoi un gaz enfermé dans un ballon exerce-t-il une pression sur les parois du ballon? Réponse possible : Le gaz est une substance spongieuse. Quand il est comprimé, il exerce une plus grande pression sur les parois du contenant; mais quand on diminue la compression, il occupe à nouveau un plus grand volume et la pression qu'il exerce sur la paroi diminue. Laquelle des évidences expérimentales suivantes ne s'explique pas par le modèle proposé?

1) Un gaz remplit le contenant;
2) Si on augmente la pression, le volume diminue;
3) Si on augmente la quantité de gaz, on augmente la pression;
4) Un gaz a une masse;
5) Quand un gaz est comprimé et refroidi, il devient liquide. »

Les conditions de l'aliénation

Ce premier aperçu de la situation laisse déjà entrevoir le malaise dont j'ai parlé au début, soit l'existence d'une aliénation. Afin de guider la suite de l'étude et de pousser l'exploration plus à fond, dotons-nous maintenant d'une grille d'analyse. Le modèle théorique qui guidera la suite de cette recherche exige un développement qui dépasse malheureusement les limites de ce rapport. Aussi pour en connaître le contenu détaillé nous devons renvoyer le lecteur au texte de l'auteur intitulé « Le concept d'aliénation et ses principales manifestations en milieu scolaire », texte disponible sur demande auprès de l'auteur. Comme ce modèle constitue la pierre angulaire de la suite de l'étude, nous nous devons quand même d'en exposer, même si ce n'est que très brièvement, les grandes lignes.

Traiter d'aliénation est une entreprise délicate et soumise aux orientations philosophiques parfois contradictoires de diverses écoles de pensée; par conséquence, un choix s'impose. Aussi la conception retenue repose-t-elle sur la notion de rupture : rupture d'une structure sociale par rapport à une société pour laquelle cette structure a précisément été mise en place. Ainsi, il y a aliénation lorsqu'une structure sociale (institution, organisme ou autre), non seulement ne répond pas aux objectifs pour laquelle elle a été créée, mais encore impose à ses destinataires un fonctionnement qui va à l'encontre des objectifs qui lui ont donné naissance. Aussi ne pourra-t-on parler d'aliénation en milieu scolaire que dans la mesure où cette institution qu'est l'école impose un fonctionnement à ses élèves et à ses enseignants, qui va à l'encontre du *développement* des jeunes, mission pour laquelle elle a été mise sur pied.

Cette conception de l'aliénation suppose donc, en filigrane, l'existence d'un potentiel qui peut se développer et s'actualiser au fil des expériences vécues, si le contexte social est favorable. Pour analyser le phénomène de l'aliénation, nous retiendrons cinq dimensions que nous nommerons respectivement le « pouvoir structurel », le « pouvoir fonctionnel », « l'intelligibilité », la « conscience » et « l'emprise ».

Le pouvoir structurel

Le pouvoir structurel a trait au degré réel de responsabilité qui peut incomber aux élèves et aux enseignants à l'égard du développement des jeunes à l'intérieur d'un milieu donné. La question qui se pose ici est de savoir s'ils sont en mesure d'orienter ce développement en un tel contexte scolaire, ce qui implique la possibilité réelle de prendre des décisions à cet égard. Dans l'affirmative, cela supposerait les caractéristiques suivantes chez chacun des deux groupes d'acteurs que sont les élèves et les enseignants, chacun selon son niveau de maturité :

- l'accès à l'information appropriée;
- l'exercice de son jugement et du pouvoir de décision;
- l'existence d'un climat de confiance et de coopération;
- l'adoption d'attitudes comme la souplesse et la suspension du jugement, la tolérance de l'incertitude, le sens des responsabilités.

Le pouvoir fonctionnel

Le pouvoir fonctionnel a trait pour sa part à la capacité de se manifester, de s'objectiver, de se faire être, de se projeter à l'extérieur de soi, dans le monde scolaire. La question qu'on peut alors se poser est de savoir si nos deux groupes d'acteurs peuvent effectivement actualiser leurs possibilités à l'intérieur de ce milieu scolaire. Dans l'affirmative, ceci supposerait à mon sens, outre le fait de détenir l'information appropriée :

- l'exercice de capacités comme celles de construire, de concevoir, de planifier, de réparer, de diagnostiquer, de créer, de faire de la « recherche », de s'exprimer et d'évoluer;
- l'adoption d'attitudes comme le goût d'un certain risque, l'initiative, la confiance en soi, une certaine indépendance, la persévérance.

L'intelligibilité

L'intelligibilité, quant à elle, réfère à la possibilité de donner un sens, une signification à l'univers scolaire. À ce sujet, la question qu'on peut se poser est de savoir si les acteurs sont effectivement en mesure de rendre significatifs les phénomènes naturels et culturels auxquels ils sont exposés dans le monde scolaire. Dans l'affirmative cela supposerait à mon avis :

- la possession de vocabulaires appropriés;
- la possession de repères suffisants pour décoder les réalités physique, mathématique, historique, psychologique, sociologique, etc.;
- l'exercice de capacités comme celles de lire, de repérer l'information, de discriminer, d'évaluer, d'analyser, de synthétiser, de relativiser l'information;
- l'adoption d'attitudes comme l'esprit critique, la curiosité, la tolérance de l'ambiguité, l'ouverture d'esprit, la reconnaissance du caractère provisoire de l'information actuelle.

La conscience

La conscience pour sa part a trait à la capacité de saisir la portée de ses propres gestes et de ceux des autres, d'être en mesure de concevoir son quotidien scolaire comme étant tributaire de gestes identifiables posés par soi-même ou par d'autres. La question qu'on peut se poser à ce sujet est de savoir si les acteurs sont réellement en mesure de se situer dans cette réalité scolaire. Le cas échéant supposerait à mon sens :

- l'accès à l'information appropriée (dont celle à caractère historique évidemment);
- la possession de repères appropriés;
- l'exercice de capacités comme celles de décoder l'information pertinente, l'interprétation des événements du quotidien et la prévision des conséquences de leur gestes;
- l'adoption d'attitudes comme le recul face aux événements, l'esprit critique, le désir de se situer, le sens social, la solidarité, l'entraide, le respect de soi et des autres.

L'emprise

L'emprise, la cinquième et dernière dimension que nous retiendrons, a trait à la qualité des contacts, des raccords, que les deux groupes d'acteurs peuvent établir avec leur entourage et leur milieu. La question est ici de savoir si les acteurs sont en mesure de se reconnaître en tant que personne dans leur monde scolaire. Dans l'affirmative, cela supposerait à mon sens :

- des rôles personnalisés;
- des aménagements spatiaux et temporels appropriés;
- un entourage délimité;
- un climat de détente et de respect mutuel, des relations authentiques, l'absence de compétition et de méfiance, l'ouverture aux autres, le tact;
- l'exercice de capacités telles l'expression de ses idées et de ses sentiments face aux autres en petits et plus grands groupes, la perception de la situation vécue par les autres, l'établissement de liens stables, la personnalisation du milieu.

Chacun des repères énumérés dans les cinq dimensions qui précèdent permet d'analyser la situation dans leur optique particulière.

Enfin, en plus de l'utilisation « de l'intérieur » de ces dimensions pour évaluer l'état d'aliénation d'un milieu, des indicateurs extérieurs peuvent révéler certaines carences de ces dimensions et, par delà, des états d'aliénation autrement insoupçonnés. Voici des exemples importants d'indicateurs extérieurs de l'aliénation : 1) « l'étrangéité à soi »; 2) le vandalisme et le besoin de surveillance; 3) la dépression; 4) le nombre de « décrocheurs » (« drop-out » de fait ou d'esprit); et 5) la consommation de drogues.

Si les quatre dernières catégories n'appellent peut-être pas autant d'explication, la première se doit cependant d'être précisée. L'étrangéité à soi, comme ce terme le suggère, caractérise l'état de l'individu qui est person-

nellement évacué (*étranger*) du geste qu'il pose, c'est-à-dire qu'il pose essentiellement un geste pour la récompense qu'il peut procurer, et non pour le geste en lui-même. Ce geste n'a alors, à toutes fins pratiques, qu'une valeur instrumentale; sa valeur intrinsèque étant à peu près, sinon totalement, absente. À titre d'illustration, mentionnons l'élève qui travaillerait exclusivement pour obtenir des notes, et non pour apprendre.

En résumé, le modèle que nous avons retenu considère l'aliénation non pas comme un phénomène individuel, bien qu'il puisse être vécu et ressenti comme tel, mais bien comme un phénomène collectif. Un phénomène collectif dont l'étendue et l'impact peuvent varier, mais qui est néanmoins caractérisé par une rupture entre structure sociale donnée et une collectivité à laquelle cette structure s'adresse. Et si la présence d'un état d'aliénation peut se manifester extérieurement par un certain nombre de symptômes (étrangéité à soi, vandalisme, etc.), pour son étude en tant que tel, nous avons retenu cinq dimensions (pouvoirs structurel et fonctionnel, intelligibilité, conscience et emprise) qui nous offrent chacune un ensemble de repères pour orienter la suite de notre étude. Considérons d'abord une analyse qui utilise ces dimensions.

L'analyse

Le pouvoir structurel : élèves

Rappelons qu'ils s'agit ici d'étudier dans quelle mesure les acteurs peuvent prendre des décisions dans leur quotidien. Abordons d'abord la situation des élèves, et ensuite nous passerons à celle des professeurs.

Chez les élèves, faisons d'abord une distinction : considérons en premier lieu leur pouvoir structurel à l'intérieur de la classe, ensuite nous le considérerons à l'égard de l'organisation de l'école en général.

Au niveau de la classe, ils n'ont manifestement aucun pouvoir : ils doivent uniquement se conformer aux décisions du professeur. C'est le professeur seul qui décide de l'ordre de succession des activités, de leur contenu, de leurs modalités de fonctionnement, du moment où elles auront lieu et des critères de performance.Relativement à la matière elle-même, c'est le professeur qui détermine tout (évidemment, lui-même doit respecter des exigences, dont celles du ministère de l'Éducation qui ne sont pas les moindres) : le contenu jugé important, l'ordonnancement de la matière, le rythme auquel elle est enseignée, les modalités d'évaluation, etc. Et si un élève pose une question en dehors de la matière prévue par le professeur, il se voit généralement répondre ou bien brièvement, ou encore d'attendre qu'on soit rendu là dans le programme. En ce qui a trait aux labos, les élèves n'ont aucun choix : ils doivent uniquement se conformer aux consignes. Ils ne sont pas incités à formuler d'hypothèses face à un problème empirique (d'ailleurs aucune hypothèse n'est formulée, même par le professeur). À défaut de planifier eux-mêmes les démarches d'observation, expérimentales ou non, ils ne collaborent même pas avec le professeur à cette planification : elle est dictée au complet, et souvent dans

les moindres détails, par le professeur. Même la conclusion est en fait déterminée par le professeur (si les élèves n'aboutissent pas aux résultats prévus (par le professeur) c'est que leur « expérience » n'est pas « bonne », qu'ils se sont nécessairement trompés en cours de route). Le professeur est partout et il est toujours *le* critère de vérité (continuellement on entend les élèves demander à leur professeur : « c'est-tu correct? »,« est-ce que je l'ai? »). Donc encore là, c'est le professeur qui décide. D'ailleurs, on verra régulièrement des élèves attendre que le professeur « donne *la* réponse » ou des élèves dire tout bonnement « c'est bon, parce que le prof l'a dit. » Au sujet des exercices, tout le monde doit faire les mêmes exercices et les faire tous; non pas des exercices qu'ils auraient pu concevoir ou choisir eux-mêmes, mais ceux « donnés » par le professeur. Il n'y a guère plus de choix à l'égard des examens : ils sont uniquement conçus par le professeur et doivent être passés au moment déterminé par le professeur, et c'est le même pour tous.

Quant à la discipline à l'intérieur de la classe, elle ne fait aucunement l'objet d'un concensus démocratique, elle est uniquement dictée et appliquée par le professeur. Il faut cependant nuancer quelque peu cette affirmation, car les élèves font parfois appel à des subterfuges pour tenir tête au professeur. Voici, par exemple, ce cas personnel que m'a raconté l'un des professeurs :

> « Tout a commencé lorsque, pendant l'un des cours, plusieurs élèves se parlaient. Alors le professeur s'est tu et a attendu que ses élèves se taisent à leur tour. Il a dû attendre cinq minutes. Lorsqu'il a repris, il a avisé les élèves qu'il reprendrait ces cinq minutes à la fin de la période, soit à 15 h 20. À 15 h 20 il s'apprête à continuer, lorsque sept élèves se lèvent et quittent malgré son ordre (c'est le mot qu'il emploie) de demeurer sur place. Le lendemain, il empêche ces élèves d'entrer dans la classe et leur dit qu'il viendrait quelques minutes après leur parler dans le corridor. Au bout de quelques instants ces élèves entrent d'eux-mêmes (sans sa permission) dans la classe : ils avaient l'autorisation du directeur! »

Ce n'est apparemment pas un cas unique. À maintes reprises, les professeurs déploreront que les règlements soient, pour reprendre leur expression, « sans dents » : « s'ils (les élèves) enfreignent les règlements, il n'y a pas de sanctions », « on n'a pas l'appui de la direction, et les élèves le savent, alors ils en profitent. »

Continuons sur la même lancée, et considérons leur pouvoir structurel à l'égard de l'organisation de l'école en général.

Cette année, pour la première fois depuis plusieurs années, à l'instigation d'un des professeurs du comité d'animation étudiante, il y eut élection d'un conseil étudiant. Ce conseil étudiant est formé de représentants étudiants appartenant aux divers niveaux et secteurs de l'école. Ces représentants étudiants ont été élus séparément, le 20 novembre dernier, par les élèves de chacun de ces niveaux et secteurs. À la fin de mars, le directeur m'expliqua que ces représentants se réunissaient régulièrement

(avec un professeur) et lui faisaient occasionnellement quelques suggestions. Ils ne sont cependant jamais consultés et ne font d'ailleurs pas partie de la structure décisionnelle de l'école! Conséquemment, ils n'ont aucun pouvoir de ce côté.

Les élèves ont néanmoins un certain pouvoir dans l'école, comme j'ai pu le constater en une occasion. Je constate un beau jour, avec plaisir je dois dire, que le volume de la musique dans le hall a été abaissé. Au cours de la période du dîner, comme je l'ai souvent fait, je suis assis sur l'un de ces bancs qui ceinturent le grand hall. Et, comme à l'accoutumée, j'observe. À un moment, je remarque qu'une feuille circule : une pétition. Rendue près de moi, j'aperçois la feuille, sans texte (!), mais qui compte déjà plusieurs signatures. J'entends le présentateur de la feuille dire à ceux qui sont assis près de moi : « C'est pour mettre la musique plus fort. » Et les élèves signent. Après son départ , je demande à l'un d'eux pourquoi ils signent ça? « Ça prend 500 signatures pour que ça change. » « Mais qui a décidé de baisser le son? » « Le directeur. » « Pourquoi a-t-il fait ça? » « J'sais pas. » « Les élèves lui ont-ils demandé? » « Non » « Qu'est-ce que les élèves en pensent du directeur? » « Y l'aiment pas. » « Qu'est-ce qu'ils lui reprochent? » « Rien... c'est parce qu'il est le directeur... pi on aime jamais le directeur. » « Pourquoi? » « C'est comme ça. »

Quelques jours après, la musique joue à nouveau à tue-tête!

Passons aux activités parascolaires (c'est une nouveauté cette année); elles sont organisées par le comité d'animation étudiante. Les élèves peuvent choisir, en fait ils *doivent* choisir (là s'arrête leur liberté), l'une ou l'autre des activités. Il y en a une bonne trentaine qui ont été retenues parmi une soixantaine de possibilités, à la suite d'un sondage effectué au début de l'année.

Les élèves peuvent aussi choisir certaines matières, surtout à partir du secondaire IV, à la condition évidemment qu'ils possèdent les préalables exigés. Ces préalables sont cependant relativement peu exigeants, et parfois, assez révélateurs. À titre d'exemple pour s'inscrire au cours de physique 452, qui est la voie offerte à *tous* ceux qui veulent (ou qui doivent à cause d'exigences du CEGEP) « faire » de la physique, il faut avoir réussi math 320. Et par réussi, on entend : « juste réussi », me disait l'un des professeurs. Je suppose que c'est une voie forte en maths...? Bien non, c'est une voie moyenne! Disons aussi qu'ils doivent avoir réussi le cours d'initiation aux sciences physiques.)

Le midi, si les élèves doivent demeurer à l'école, quels sont leurs choix? Ou le ping-pong sur l'une des trois seules tables disponibles (sans filet, ils auraient, semble-t-il, disparu); ou le ballon au gymnase (où il y a assez peu d'élèves; peut-être une trentaine); ou l'étude à la caféteria, (entre 10 et 20 élèves), car la bibliothèque est fermée à l'heure du dîner, faute de personnel me disent les responsables; ou bien, enfin, pour la très grande majorité, le grand hall : une heure à regarder nonchalamment autour de soi, à bavarder malgré le bruit assourdissant avec un ou deux voisins, à fumer en attendant que le temps passe ou qu'un événement inhabituel se

produise, comme j'ai pu en être témoin à quelques reprises. Il suffit, par exemple, que quelques élèves se précipitent dans une direction, pour que se produise instantanément un mouvement de foule. En une occasion, j'ai demandé à l'un des quelques élèves restés sur place : « Qu'est-ce qui se passe? » « Une bataille, j'suppose... », comme si c'était un fait tout à fait banal! J'y vois là un signe manifeste de désoeuvrement, au moins en ce qui concerne la période du midi.

Le pouvoir structurel : enseignants

À considérer ce qui précède, on peut avoir l'impression que les professeurs possèdent un grand pouvoir structurel. Mais regardant de plus près leur situation d'ensemble, on constate que ce pouvoir est beaucoup plus limité qu'on aurait pu le croire. On a vu par exemple que relativement à la discipline (l'application des règlements), ce pouvoir comporte de sérieux handicaps, au point, comme le dira l'un des professeurs, « de donner l'impression aux élèves que tout est si mêlé, qu'ils peuvent faire n'importe quoi : car on ne sait plus vraiment qui fait quoi dans cette école. »

Pour ce qui est de la matière au programme, les programmes et surtout les examens venant du ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) imposent un créneau très étroit à l'action des enseignants. D'ailleurs ils ont souvent manifesté leur mécontentement face à certains éléments du programme qu'ils jugent inopportuns, mais aussi à l'égard de l'orientation qui lui est donnée par les examens du MEQ. Ces examens les obligent à toutes fins pratiques, à former leurs élèves uniquement en vue de les préparer à répondre convenablement à des questions d'examens. Questions de plus qui ne considèrent en fait qu'une mince partie des objectifs qu'ils sont censés poursuivre. Car ce qui est plus difficile à évaluer, comme les habiletés et attitudes à caractère proprement heuristique, doit être en bonne partie sacrifié. Par ailleurs, étant donné la relative densité des programmes, et aussi les difficultés qu'éprouvent les élèves (comme par exemple en cinématique, où les professeurs estiment que les élèves seraient trop jeunes pour aborder cette matière, jugée trop abstraite pour eux), les professeurs peuvent difficilement faire des incursions, et aborder, par exemple, des phénomènes qui relèveraient davantage des caractéristiques régionales du milieu d'enseignement. Ils ont aussi déploré certaines coupures qu'ils jugent arbitraires et injustifiées dans les programmes : « le Ministère jugeait peut-être que les résultats étaient trop faibles au niveau de la province, alors "ils" ont enlevé la division cellulaire du programme bio 412, alors comment veux-tu donner un sens à l'évolution? Mais moi, je la vois quand même. » Les professeurs ont bien la possibilité de faire des revendications auprès du Ministère, mais peu s'en prévalent (un seul, ici, le fait régulièrement). En général, ils considéreront les responsables du MEQ comme « trop loin », « décrochés de la réalité ».

Encore à l'égard de l'enseignement proprement dit, si on associe souvent le morcellement du travail au phénomène de l'aliénation, les professeurs en sont alors victimes. Car les professeurs du niveau secon-

daire travaillent à toutes fins pratiques sur une chaîne de montage : l'un « insère » le français, l'autre la biologie, un autre les mathématiques, etc., de sorte qu'ils n'ont qu'un contrôle partiel du produit de leur travail et conséquemment une responsabilité bien limitée. S'il y avait une véritable concertation entre ces professeurs, le problème serait au moins en partie résolu. Par véritable concertation, j'entends quelque chose comme partager une vision commune du « produit », ajuster régulièrement et aussi souvent que nécessaire leurs propres actions à celles de leurs collègues, définir ou redéfinir constamment leurs projets à court et moyen termes après avoir procédé régulièrement à une évaluation de l'évolution du « produit »,... Or, non seulement ceci ne se fait pas, mais encore ceci paraît pratiquement impensable d'après les conditions actuelles des professeurs : avec leur charge de travail (22 ou 23 périodes d'enseignement dans un horaire de sept jours, et ce, parfois dans plusieurs matières) auprès d'une clientèle souvent hétérogène de plus de cent élèves par professeur; sans compter « le faible moral des troupes », comme me disait l'un d'eux.

Si on délaisse l'enseignement proprement dit, pour considérer plus globalement leur situation, on peut faire encore là un certain nombre de constatations.

On constate certaines tensions entre le corps enseignant et l'administration. À maintes reprises les professeurs ont déploré le manque d'appuis des administrateurs. « Quand on prend la majeure partie de son temps à faire de la surveillance dans le hall et la cafétéria, de dire le directeur, à s'occuper des horaires pendant des mois, à s'occuper des absences, etc., ça ne laisse plus grand temps pour penser et pour assumer le leadership des profs. » Par ailleurs, comme je le mentionnais précédemment, les professeurs ne se sentent pas suffisamment appuyés par la direction à l'égard de la discipline. Certains déploreront aussi le manque de consultation : « Ils agissent comme si l'école leur appartenait. [...] Dernièrement, un adjoint a organisé une visite des parents sans même consulter les profs. [...] Ils prennent toutes sortes de décisions sans nous consulter. »

À la décharge du directeur, celui-ci me confiait qu'il déplorait lui-même sa surcharge administrative, notamment à l'égard des horaires (à propos desquels il me disait : « Ça ne devrait pas faire partie de ma tâche normale, mais il faut bien que je les fasse, parce que personne d'autre ne peut les faire. » et, de la surveillance, il me disait : « Ici, je dois donner un bon coup de main pour que les surveillants se sentent épaulés; on ne peut pas relâcher la surveillance... » Comme je me suis essentiellement, et volontairement, limité à la situation des professeurs et des élèves, je n'ai pas beaucoup de données sur sa propre situation, mais je présume qu'elle n'est guère plus « rose » pour lui, qu'elle ne l'est pour les autres.

Revenons au « leadership ». Si certains professeurs peuvent déplorer le piètre « leadership », mentionnons cependant un phénomène très particulier qui s'est produit cette année. Au début de l'année, comme je l'ai déjà souligné précédemment, quelques professeurs, de sciences en particulier, ont décidé d'instaurer un régime d'animation étudiante, compor-

tant l'élection d'un conseil étudiant, l'organisation d'activités para-scolaires (un après-midi toutes les deux semaines), l'attribution de tuteurs aux élèves (qui optent pour le professeur de leur choix à l'intérieur de certaines limites), la mise sur pied d'un bulletin d'information quotidien, et l'instauration de cellules réunissant régulièrement un vingtaine d'élèves autour de leur tuteur. Ces cellules ont cependant dû être abolies, à regret par la direction (le 11 novembre dernier) à cause, me dit le directeur, « de pressions exercées par le syndicat ». Ces mêmes pressions syndicales exigeaient aussi l'abolition de la surcharge occasionnée par la présence des activités para-scolaires (puisque des professeurs qui n'avaient pas de cours durant ces périodes se voyaient confier la responsabilité de certaines activités). Malgré ces pressions, les activités para-scolaires continuent, car des professeurs se sont ouvertement opposés au syndicat en renonçant, par écrit pour certains (et une copie de leur lettre était affichée au babillard du salon des professeurs), à leur droit de grief sur ce sujet!

Parlons davantage du leadership. Le local (de sciences) des professeurs instigateurs de l'animation étudiante est devenu rapidement une véritable ruche d'abeilles. À tout instant, des collègues aussi bien que des élèves viennent les rencontrer pour discuter de problèmes liés à l'organisation de l'animation étudiante. Ce lieu m'est apparu être pratiquement le centre nerveux de la vie de l'école; un centre empreint d'une atmosphère de grande coopération et de jovialité. J'ai demandé d'ailleurs à ces professeurs (responsables de l'animation) s'ils ne détenaient pas, en définitive, dans les faits, le véritable pouvoir de l'école. Ils ont reconnu qu'effectivement, à cet égard, ils avaient beaucoup de pouvoir. Lors de ma rencontre avec le directeur, celui-ci m'a semblé reconnaître ce fait, et apprécier beaucoup l'engagement de ces professeurs. En outre, il se réjouissait des effets salutaires de l'instauration de cette animation et d'autres projets en voie de réalisation, sur la vie de l'école. J'en déduis donc que la situation de l'école semble en voie de redressement.

Pour compléter le tableau sous cette rubrique, considérons maintenant un autre phénomène, moins positif celui-là, qui affecte également d'autres dimensions, comme nous le verrons plus loin : il s'agit de la supplantation des professeurs, mieux connue sous le nom de « bumping ». Mentionnons qu'il s'agit d'un phénomène annuel, qui survient habituellement à la fin d'avril pour se terminer parfois seulement en août, et qui s'amorce lorsqu'un poste est aboli, faute de clientèle (suite à la dénatalité, un déplacement de la clientèle, un changement au programme ou aux normes, etc.). Le professeur qui perd son poste a alors l'obligation (s'il veut continuer à enseigner) de déloger un collègue affecté ailleurs à l'intérieur de son école ou, plus largement, à l'intérieur de sa commission scolaire et à la condition que ce dernier détienne moins d'ancienneté que lui dans cette commission scolaire. Ce dernier, à son tour, répétera le même geste auprès d'un plus jeune, et ainsi de suite, en cascade, jusqu'au dernier qui se retrouvera alors mis en disponibilité. Le professeur qui se retrouve dans cette situation peut se voir affecté à diverses tâches d'enseignement par

la direction de l'école (ex. : remplacement d'un professeur absent). Au cours de la cascade (des cascades, en fait, puisque depuis quelques années, il y a toujours plusieurs postes supprimés dans cette commission scolaire), les professeurs tenteront évidemment de trouver un poste dans leur spécialité. Mais il arrive que ceci s'avère impossible. Par conséquent, on trouvera occasionnellement des professeurs de formation disciplinaire X enseigner dans la discipline Y; ou passer du secteur général au secteur professionnel; ou encore, passer de l'enseignement dans les voies régulières, au secteur de l'adaptation scolaire!

Et chaque professeur est totalement impuissant face à un tel phénomène : il en est victime sans aucun recours. Seuls les plus anciens (plus de 17 ans d'ancienneté actuellement) sont épargnés. Mais ils n'en subissent pas moins, de même que les élèves d'ailleurs, les conséquences très lourdes sur l'atmosphère de l'école : crainte, suspicion, affrontement, découragement,... qui marquent d'ailleurs profondément la vie de l'école non seulement entre avril et la fin de l'année scolaire, mais qui se répercutent également sur toute l'année scolaire. Ce phénomène, pourtant décrié par toutes les instances, constitue, de l'avis de tous, « la pire des calamités » à laquelle doivent faire face les professeurs, leur plus grand motif de désengagement, de démobilisation. Et ils ne peuvent rien y faire, ni les professeurs, ni la direction; il s'agit d'une machine implacable. S'ils ne sont pas tous touchés directement, ils sont néanmoins tous éclaboussés. L'un d'eux me disait à ce propos : « En mai, essaie voir de parler de pédagogie... tout le monde ne parle que de "bumping", et ça se comprend. »

Le pouvoir fonctionnel : élèves

Rappelons qu'il s'agit ici de traiter de la capacité de se manifester, de « s'objectiver », en tant que personne. À considérer l'importance du désoeuvrement à l'heure du dîner, les élèves semblent plutôt démunis dans l'ensemble. Il y a bien ces quelques exceptions qui joueront au ping-pong ou au ballon, ou encore ces quelques élèves qui, enfermés dans leur petit local sans fenêtre, s'occuperont de changer les disques... Mais c'est à peu près tout. Il n'y a aucune activité organisée le midi, à l'exception de quelques films qui seront présentés, à l'occasion, dans l'amphithéâtre. (Mais il ne s'agit pas là d'une activité où les élèves peuvent s'exprimer en construisant, créant, concevant, etc.) Eux-mêmes n'organisent d'ailleurs que de très rares activités qui leur permettent de s'actualiser. Il n'y a rien ou à peu près rien d'autre que l'oisiveté.

Qu'en est-il en classe? S'ils ne sont pas tous aussi oisifs, on en trouve tout de même un bon nombre qui le sont : dans certaines classes, près du quart. Je n'ai vu aucune classe où il n'y en avait pas; évidemment, je n'ai pas visité toutes les classes... Un autre fait frappant : si les élèves ne sont pas oisifs, ils sont en général très dociles. Des professeurs me diront à cet égard : « Si tu leur dis : allez à gauche, ils vont à gauche; allez à droite, ils vont à droite... sans poser de questions. Et si tu ne dis rien, ils ne font rien... Ils ne sont pas tous comme ça, mais en général, ils sont

comme ça. »; « Il y a beaucoup d'élèves qui sont comme des mollusques; on dirait qu'ils s'adaptent à tout. » Au cours d'une conversation où quatre professeurs étaient présents, l'un d'eux lança : « Les élèves sont comme des "zombis" , on dirait des robots programmés », et les autres professeurs acquiescèrent d'un signe de tête accompagné d'un sourire, gêné toutefois.

Les élèves manifestent très peu d'initiative en général. Je vous relate un fait qui m'apparaît assez typique. Je suis dans une classe de secondaire III comptant 22 élèves. Les élèves sont en plein labo. La manipulation porte sur la dilatation des solides. Il s'agit de chauffer successivement des tubes de divers matériaux en les faisant traverser par de la vapeur d'eau. À l'une de ses extrémités, le tube est fixé à une planchette de bois, tandis qu'à l'autre extrémité, une petite tige munie d'une aiguille indicatrice (fixée perpendiculairement à la tige) roule sous le tube, entraînée par ce dernier lorqu'il se dilate.

J'établis le contact avec une équipe de deux élèves, en plein travail. Ils me semblent à première vue comprendre ce qu'ils font; ils en sont cependant à terminer cette activité qu'ils avaient amorcée au cours de la période précédente.

Je leur demande s'ils ne pourraient pas mettre leur aiguille indicatrice ailleurs sous le tube « Ben...? (se retournant ensuite vers le professeur qui n'est pas très loin) : Monsieur, on pourrait-y mettre notre aiguille là ou là (en indiquant du doigt d'autres endroits sous le tube)? » Le professeur répond : « Oui, mais au bout, c'est plus sensible. » Un peu après, je les relance sur une observation qu'ils m'avaient faite au début de notre entretien, à savoir que le tube mince d'aluminium se dilatait plus que le tube épais d'aluminium! Je leur demande : « Comment ça se fait? » « Bien... le plus gros, y a plus de volume en dedans, ça fait que ça prend plus de chaleur... » « Monsieur (le professeur travaille encore à quelque distance de nous), comment ça se fait que le tube épais se dilate moins que le mince? » Le professeur avance grosso modo la même explication que l'élève, mais ajoute que si on chauffait plus longtemps le tube épais, on obtiendrait la même dilatation, puisque c'est de l'aluminum dans les deux cas. L'élève se tourne vers moi, visiblement content : « C'est comme j'pensais. » Comme il ne semble pas avoir noté ce que le professeur a ajouté, je relance : « Alors est-ce que c'est pareil ou pas pareil? » « C'est pareil... parce que le gros demande plus de chaleur, alors il se dilate moins! » « Si tu chauffais plus longtemps, est-ce que ça se dilaterait autant? » « J'sais pas! » « Comment faire pour savoir? » J'entends alors, venant d'une table voisine : « On demande au prof... (avec un ton un peu moqueur). » Je relance mon élève (l'autre est visiblement dans la lune depuis le début) : « Mais tout seul, est-ce qu'on pourrait trouver? » « J'sais pas... t'a l'heure, le prof va nous le donner dans les conclusions. »

Je les laisse quelques minutes, le temps de noter tout ce qui précède dans mon calepin. Puis je reviens : la table de mon groupe est complètement dégagée! Je leur demande s'ils ont terminé : « Ah oui ». « Et puis,

qu'est-ce que ça a donné? » « Ben... le tube de verre se dilate moins que les autres. » « Comment ça se fait? » « J'sais pas... On va le voir là dans les conclusions qu'y va nous donner. » Je leur demande (mais ce sera toujours le même qui me répondra) quelles sont leurs conclusions *à eux*. Il me répond que les métaux se dilatent quand on les chauffe. J'ajoute : « Le verre est-ce que c'est un métal? » « Ben non! » « Est-ce que vous avez essayé avec autre chose... du bois, par exemple? » « Non. » « Pourquoi? » « Ben, nous autres, on a suivi ce que le prof nous disait. » « Auriez-vous aimé l'essayer? » « Mais on en avait pas le temps! » « Est-ce qu'il se serait dilaté, d'après vous? » « Oui, du bois dans l'eau, ça se dilate. » « Mais il ne s'agit pas d'eau ici, mais de chaleur? » (J'avais oublié que le chauffage se faisait à l'aide de la vapeur d'eau) « C'est vrai... alors j'sais pas. » « Si cela avait été en plastique, est-ce que ça se serait dilaté? » « J'sais pas... ç'aurait fondu. » « Tu n'aurais pas pu essayer avec une paille? » Ils me regardent tous deux avec un sourire : « Mais on y a pas pensé... pi on avait pas le temps ». L'autre (enfin) ajoute : « Quand on fait quequ'chose d'autre, le prof y aime pas ça. » « Mais est-ce que ça ne dépend pas de ce que vous faites? » « Peut-être.... » La cloche annonce la fin de la période.

Le professeur me dit en partant qu'il s'agissait d'un de ses beaux groupes. Il ajoute « Tu sais, faire ça avec un groupe de 22; mais à 34.... »

De cet exemple, et de bien d'autres semblables en secondaire III, IV et V, il ressort manifestement que les élèves ne sont (en général) que des « exécutants »; ils exécutent à la lettre les consignes données par le professeur, sans déroger; et sans réfléchir.

Considérons ce nouvel exemple qui est lui aussi assez représentatif. Il m'apparaît mettre davantage en évidence, cette fois, un fonctionnement purement « mécanique », sans véritable implication intellectuelle de l'élève. Comme disait un professeur, les élèves ne font que « pitonner » sans réfléchir.

Je suis dans une classe de secondaire IV, avec un petit groupe de deux élèves réputés comme « forts » (ce qui signifie ici qu'ils obtiennent de très bonnes notes). Ces élèves poursuivent leur labo.

Je constate une fois de plus qu'ils suivent étroitement la méthode indiquée. Ils sont en train de répondre à cette question : « Faites la moyenne des vitesses horizontales. » Je vois sur leur feuille qu'ils ont obtenue précédemment, les valeurs suivantes : 3,3; 3,4; 3,4; 3,4; 3,4; 3,4; 3,4; 3,3; 3,4. (Remarquons que ces valeurs sont dénuées d'unité, comme je le constate en général chez les élèves; j'aurai l'occasion de revenir plus loin sur ce fait très révélateur). L'un des deux élèves sort sa calculatrice, et fait l'addition, puis la division. Pendant qu'il fait cela, je lui demande pourquoi il ne fait pas l'opération « dans sa tête » : « Ça me tente pas. » Lorsqu'il a terminé, je demande à son coéquipier de me dire ce qu'il a remarqué : « La vitesse horizontale est constante, mais la vitesse verticale augmente. » « Augmente-t-elle régulièrement? » « J'sais pas. On va voir ça à la question 14. » (Ils sont actuellement à la question 5, et la suite de points imprimés

sur leur grande feuille de données permet de constater facilement que cette vitesse augmente régulièrement!)

À aucun moment je n'ai vu d'élèves engagés dans un projet quelconque de conception, de planification, de création, etc.; dans un projet où ils pourraient véritablement se révéler, s'exprimer. Le seul cas de ce genre, qu'il m'ait été donné de voir, et encore, il s'agit ici d'une manifestation d'une ampleur très réduite, est celui de cette adolescente de secondaire IV, qui, en plein labo, se retire de la classe pour venir montrer fièrement à sa mère (enseignante à l'école, et membre du comité d'animation, dont le local est adjacent au laboratoire où était sa fille) un dessin qu'elle vient tout juste de terminer : l'emblème du Québec...! Autre fait significatif : sa mère, décontractée, la mine visiblement réjouie, considère attentivement le dessin et parle ensuite d'autre chose avec sa fille, qui retourne après quelques instants au laboratoire... Je n'ai vu, ni entendu, aucune forme d'allusion au travail qui devait normalement s'effectuer au laboratoire; comme si c'était sans importance en comparaison de ce qu'elle venait d'accomplir! Fait à noter, et j'ai pu en discuter avec sa mère et ses collègues enseignants réunis, quelques instants plus tard : cette adolescente semble être perçue, et c'est également ma perception, comme l'une des plus saines de l'école. Bien que ses résultats scolaires soient moyens mais jugés convenables, elle s'intéresse à beaucoup de choses (autres que les matières scolaires), entretient de bonnes relations avec son entourage..., et surtout, elle semble « habitée », c'est-à-dire, posséder une « âme » qui la rend rayonnante, et non « vide », comme c'est l'impression que donnent un bon nombre d'élèves. C'est d'ailleurs, à cette occasion, que l'un des professeurs emploiera le terme « zombis » pour décrire ces élèves en général.

Le pouvoir fonctionnel : enseignants

Compte tenu de ce qui a été écrit précédemment à propos du phénomène de la supplantation (« bumping »), personne ne serait surpris de constater que les enseignants ne soient pas très disposés ni incités à s'engager dans des projets. Pourtant, ils n'ont pas abandonné; la preuve en est la mise sur pied du projet d'animation étudiante. Cependant, il n'existe pas vraiment de projet visant l'enseignement. Chacun de son côté, en général, fait « sa petite affaire » : en gros, il prépare ses cours et donne sa matière sans changement depuis déjà quelques années. Il n'y a pas véritablement de renouveau pédagogique : aucune recherche proprement dite, aucun essai d'approche nouvelle, aucune conception de nouveau matériel pédagogique. Pourtant, il y en a eu dans le passé, mais présentement, et depuis quelques années, plus rien. « Pourquoi s'impliquer dans un nouveau projet, je veux dire un projet d'une certaine ampleur, alors que, d'une année à l'autre, on ne sait même pas si on restera ici l'année d'après? Un projet comme celui-ci demande du temps et de l'énergie, et ce n'est pas en un an seulement que ça se réalise...À part cela, si tu penses à ceux qui doivent changer de matière : ils doivent passer beaucoup de temps à se recycler. Alors com-

ment veux-tu qu'ils trouvent le temps et l'énergie, pour s'embarquer dans un projet? L'enthousiasme a des limites... » Un autre me dira : « On est conscient qu'il y a des problèmes; il faudrait que ça change... Ils (les administrateurs, je suppose) veulent bien qu'on trouve des solutions, mais ils ne nous en fournissent pas les moyens : il faut que ça ne coûte rien! Alors qu'est-ce que tu peux faire? » Un troisième me dira à son tour : « C'est difficile de faire quelque chose quand on n'a plus le soutien des parents. Avant, on l'avait; mais aujourd'hui, on ne l'a plus. Sans généraliser, il y en a davantage aujourd'hui qui ont dételé. Aujourd'hui, il y a plus de problèmes familiaux qu'auparavant, beaucoup de séparation, et, en plus, les parents ont moins de temps qu'auparavant pour s'occuper de leurs enfants, parce qu'ils travaillent à l'extérieur. Alors on n'est pas très encouragé... »

Il ressort donc qu'il ne s'agit pas d'un refus d'innover comme tel, qui explique cette absence, mais bien plutôt le contexte qui ne s'y prête pas : insécurité quant à l'avenir, nécessité de se recycler pour certains, absence d'appui financier et relative « démission » des parents. Il y a encore, diront certains, la lourdeur des programmes : « Il y a trop de choses à voir dans les programmes pour qu'on ait le temps de faire certaines choses qui seraient plus intéressantes. Moi, j'ai juste le temps de passer au travers du programme, et à toute vitesse sinon je n'arriverais pas. » Un autre facteur est aussi mentionné par l'un des professeurs : le régime actuel de l'horaire composé d'une suite de périodes où, d'heure en heure, l'élève est obligé de changer de matière. « Si on avait un horaire modulaire, composé de demi-journées par exemple, au lieu de périodes d'une heure, un tas de projets deviendraient possibles parce qu'il y aurait moins de perte de temps et les élèves pourraient davantage s'impliquer dans ce qu'ils font. Actuellement, on voudrait qu'ils s'impliquent dans cinq matières différentes par jour...! »

L'intelligibilité : élèves

Pour mieux nous situer, distinguons trois niveaux d'intelligibilité. Le premier, où la signification de l'apprentissage réside dans la maîtrise même d'un « outil » (matériel ou conceptuel), afin d'avoir accès dorénavant à une certaine réalité ou d'acquérir l'aptitude de réaliser certaines ambitions. On peut alors dire que ce que les élèves apprennent est intelligible pour eux. À titre d'exemple, c'est probablement à ce niveau que fonctionnait l'apprenti d'autrefois ou le jeune chasseur inuit.

Au second niveau, la signification de l'apprentissage réside dans la maîtrise de l'« outil », non plus tant pour lui-même, mais dans le but d'obtenir la valorisation sociale ou personnelle qu'entraîne le fait de le posséder. On pourrait probablement qualifier cette forme d'intelligibilité d'accessoire. C'est peut-être à ce niveau que l'on fonctionnait dans la plupart de nos collèges classiques d'autrefois.

Un troisième niveau où la signification de l'apprentissage ne réside plus tant dans la maîtrise de l'« outil » lui-même, que dans la manifesta-

tion de certains gestes que poserait celui qui possède l'« outil ». Dans un tel cas, ce n'est donc plus l'« outil » en tant que tel, ni la valorisation qu'il peut procurer, qui sont au centre de l'apprentissage, mais bien certains comportements qui sont recherchés. Si on peut encore parler d'intelligibilité, il s'agit alors d'une intelligibilité accidentelle.

Et c'est à mon avis à ce dernier niveau qu'agissent en général les élèves que j'ai cotoyés, comme je vais tenter de le démontrer à l'aide de quelques faits. Je suis en secondaire IV dans une classe de physique où les élèves sont en train de terminer un labo en cinématique. Une élève vient me demander, alors que je me trouve dans les parages du professeur et que celui-ci est assiégé par des élèves en difficulté, si je suis un « prof de physique » et si je peux l'aider. Je lui réponds : « Peut-être... Explique-moi ce que tu fais. » « Ici, j'ai 6,2 et là j'ai pris la moyenne. » « La moyenne de quoi? » « Ben, la moyenne...! » « Bon...! Reprenons du début : avec quoi êtes-vous parties? » (Elle et sa coéquipière) : « Avec ça. » (Elles me montrent une série de points réalisés avec l'« appareil à coussin d'air ».) « C'est quoi ça? » « Un MRU. » « Un quoi? » « Un MRU. » « Ça veut dire quoi? » « Mais vous êtes pas un prof de physique...! » « Oui, mais ça ne me dit actuellement rien... » « Ben, j'sais pas moi...! » Et elle regarde sa coéquipière, qui répond alors : « Mais moi, j'étais pas là quand il (le professeur) l'a expliqué.... » Alors elles se tournent toutes deux vers le groupe situé derrière d'elles : « Un MRU, c'est quoi? » Après quelques hésitations (ces derniers cherchaient visiblement à se rappeler) : « C'est un mouvement rectiligne uniforme. » Je reviens à mes deux élèves : « Ça veut dire quoi? » « Ben, un mouvement, ça se déplace. Rectiligne, euh.... » L'autre enchaîne : « Ça fait une ligne droite. Pi uniforme, ça veut dire : c'est pareil. » « Qu'est-ce qui est pareil? » « Ben, les points. » « Quoi, les points? » « Ben y sont pareils. » Avec le doigt, elle me montre l'espacement égal entre les points.

Ce qui m'apparaît révélateur ici, et je dispose de suffisamment d'autres exemples pour attester qu'il s'agit là d'un phénomène quasi généralisé, (d'ailleurs quelques professeurs me le confirmeront par la suite), c'est que les élèves « manipulent » des notions, des termes, des formules sans aucun lien avec leur réalité physique correspondante, et ceci, que ce soit en physique, en chimie ou en biologie. Tout se passe comme si, à leurs yeux, ces notions, termes ou formules constituaient, à toutes fins pratiques, une réalité en soi! Ils ne voient qu'eux. Ce ne sont pas véritablement des outils conceptuels permettant de décrire ou de représenter certaines réalités physiques; ils s'autosuffisent!

Par exemple, ici, un mouvement rectiligne uniforme, ce n'est vraiment pas le mouvement d'un objet *réel* qui s'est déplacé avec une vitesse constante dans une certaine direction, mais plutôt une succession de points alignés et également espacés sur une feuille. De même, la vitesse n'est pas l'importance du déplacement d'un objet *réel* pendant un certain laps de temps, ni même sa valeur; c'est-à-dire ce qu'on obtient en trouvant le quotient de l'espace *parcouru* par cet objet, par le temps qu'il a mis à le

parcourir (et restons au niveau d'un MRU, sinon c'est pire). Non, la vitesse, c'est simplement un espace divisé par un temps!

L'accélération, et encore, il faut qu'elle soit uniforme : c'est une vitesse divisée par un temps! Il en est de même pour la densité, en secondaire III : après avoir complété plusieurs labos portant sur la notion de densité, une élève qui se considère « assez bonne en ISP » me dira : « la densité, c'est la masse divisée par le volume. » Je lui rétorque : « Je sais que c'est comme ça que tu la calcules, mais ça ne me dit pas ce que c'est... » « J'sais pas... L'explication exacte, je la connais pas... je l'sais dans ma tête, mais j'peux pas la mettre en mots. » Il en est aussi de même pour la notion de moyenne : par exemple, la vitesse moyenne n'est strictement qu'une somme de vitesses divisée par le nombre de vitesses obtenu, sans aucune correspondance concrète avec une réalité physique quelconque.

Même phénomène en biologie : en général, des définitions apprises « par coeur »; sans véritable lien avec une réalité concrète. Une élève me dira, et ceux qui se trouvaient autour d'elle acquiesceront : « La bio, c'est du "par coeur". Si tu étudies (ce mot adopte d'ailleurs systématiquement le sens particulier suivant : lire pour *retenir* ce qui est écrit, sans que la réflexion n'intervienne nécessairement), t'as de bonnes notes. » Une autre, dans une autre classe, dira : « La bio, ça nous aide à "comprendre" le corps humain. Je sais, par exemple, que le corps est composé de 108 os (sic), que les muscles ont des propriétés : excitabilité, contractilité, élasticité et tonicité,.... » Je lui rétorque : « Et qu'est-ce que ça a changé chez-toi de savoir tout ça? » Avec un sourire un peu gêné, elle me répond : « Ben... rien! Je l'sais, c'est tout. »

En chimie, la situation n'est guère différente : des calculs et des définitions, c'est à peu près tout. Un jour, par exemple, après plusieurs périodes de laboratoire où les élèves avaient effectué des pesées, des décantations, des filtrations, des lavages, etc., le professeur a écrit ces mots au tableau et leur a demandé d'écrire leur signification : plusieurs élèves sont venus pour la suite lui demander un dictionnaire! Et ne parlons pas de la notion de mole...

Bref, les sciences se réduisent dans l'esprit des élèves à peu près seulement à un « tas de définitions et de formules »; au point que, plusieurs professeurs le confirmeront d'ailleurs, si un élève est « bon » en français et en maths, il réussira, moyennant un minimum de travail, à obtenir de bonnes notes en sciences...

Considérons un aspect un peu différent : les grandeurs physiques. Par exemple, la vitesse d'une automobile, c'est en « milaleur », et non en milles à l'heure! La preuve en est, un professeur me le confirmera, que si on demande à un élève de nous donner la vitesse d'une auto, dans le système métrique, il répondra généralement : en kilomètres! D'ailleurs, et d'une façon générale, les unités de mesure n'ont pas grand signification pour eux, sinon que le professeur a l'air d'y tenir! J'ai eu l'occasion de m'informer de la signification du 6,2 de l'exemple précédent. « C'est 6,2 quoi? » « Ben, 6,2! » « Mais c'est 6 quoi... des chevaux, des carottes? » « J'sais

pas... c'est la vitesse. » « Et la vitesse ça s'exprime en quoi? »
« Ah!, en centimètres! » Un professeur me signalera à ce propos une anecdote cocasse : « Au début de l'année (en secondaire IV), je leur demande si un litre, ça peut entrer dans la classe : ils ne savent pas. Si je dis, un litre de lait, est-ce que ça entre : bien sûr qu'ils me répondent...! » Comme si « litre de lait » était une expression n'ayant rien à voir avec la notion de litre...

Et encore, on peut se demander si la valeur 6,2 elle-même, a vraiment une valeur un peu plus grande que 6? Car, comme j'ai pu moi-même le constater à plusieurs reprises, bon nombre d'élèves semblent non pas tant « manipuler » des valeurs, c'est-à-dire des grandeurs, mais bien plutôt simplement des chiffres! D'ailleurs à ce sujet, l'un des professeurs me disait : « Si tu lui demandes (à un élève quelconque de secondaire IV ou V) de faire une multiplication simple, disons 17 par 26, il est possible qu'il te donne une réponse de l'ordre du million s'il fait, et ce n'est pas rare, une erreur de calcul ou de "pitonnage", quand il utilise la calculatrice. Et ça ne le dérange pas : il ne s'aperçoit pas de lui-même que ça n'a pas de sens. » Des chiffres, rien que des chiffres!

Par ailleurs, c'est la présence de ces chiffres qui semble, dans l'esprit des élèves, distinguer les sciences des autres matières. Ils diront en fait que c'est la mesure qui fait que c'est « scientifique », mais si celle-ci n'est pas perçue comme une grandeur physique, elle n'a alors de mesure que le nom. Et s'ils font des « mesures », ils ne le font que pour suivre des consignes du professeur. À aucun moment, il s'agit de mettre une hypothèse à l'épreuve; ils ne sont même pas orientés par un problème de fond. Ils « mesurent », plus précisément ils recueillent des chiffres; des chiffres qu'ils pourront « manipuler » par la suite. Et si, comme en biologie, ils ne font pas de « mesure » : ils *regardent*. C'est ce qu'ils appellent « observer »! Dans ce cas, le critère de « scientificité » semble être l'emploi d'instruments dits scientifiques!

La science leur apparaît comme une série d'énoncés déjà tout faits. Et s'ils font des manipulations, car il ne s'agit pas véritablement d'observations (expérimentales ou pas), c'est, comme je l'ai déjà dit, pour être « certain que c'est comme ça que ça se passe ». La science se présente donc à toutes fins pratiques comme une espèce de dogme transmis par le professeur et par le livre. C'est le professeur ou le livre qui est le critère de vérité lors d'une observation, et non la réalité physique elle-même. Et si les « faits expérimentaux » ne viennent pas *confirmer* (car c'est bien une confirmation qui est recherchée), c'est que l'« expérience » a été mal faite!

Et encore, ils ne prennent de ces énoncés que ce qui est le plus superficiel : quelques notions, quelques formules. Ils ne semblent aucunement intéressés par les explications, les théories; ce qui pourrait pourtant leur permettre de comprendre un peu mieux ces phénomènes. Et cela se comprend, étant donné que ce sujet ne fait pas, ou si peu, partie des examens. Alors, comme ce n'est pas « payant », on laisse tomber...

Cette science n'a par ailleurs, rien d'une activité humaine. C'est tout juste si les élèves peuvent admettre qu'elle a été « fabriquée » par des

hommes. Et encore, les scientifiques ne l'ont que « découverte »... Comme si elle avait toujours été là. Elle n'est pas non plus située : située dans un temps et un espace, ni évidemment dans une culture. Il s'agit encore moins d'une représentation que s'est donné l'homme pour rendre la nature intelligible : c'est la réalité elle-même. Et ne parlons pas de son caractère évolutif, sinon pour dire que si la science progresse, c'est en ajoutant de nouvelles vérités à d'autres qui ont été découvertes précédemment : la science ne se trompe pas. Laissons de côté ses répercussions sociales et en particulier ses rapports avec la technologie, car ce n'est pas au programme...

Intelligibilité : enseignants

Relativement à la perception de l'activité scientifique chez les enseignants, je me demande dans quelle mesure on ne retrouve pas chez eux le pendant de la croyance des élèves.

Au laboratoire, par exemple, les enseignants mettront beaucoup l'accent sur l'observation. Or, comme cette dernière n'est pas dirigée par une question préalable, comment peut-il vraiment s'agir alors d'observation? Cette « observation » ne revient-elle pas, comme disent les élèves, uniquement à un moyen de voir par soi-même; afin d'être certain que ça se passe, en définitive, comme dans le livre? Pourquoi aussi accordent-ils autant d'importance à la quantification alors qu'il n'y a même pas d'hypothèse à mettre à l'épreuve? Pourquoi inciteraient-ils les élèves à atteindre *la* bonne réponse, plutôt que de rechercher avec eux ce qui a pu conduire aux résultats qu'ils ont effectivement obtenus, s'ils croyaient eux-mêmes que le critère de vérité est la réalité physique elle-même, et non pas ce qu'ils ont eux-mêmes appris d'un « expert »? (Ils diront bien qu'ils manquent de temps, certes, mais est-ce vraiment la seule raison? Et même si c'était l'unique raison, comment peuvent-ils supporter une telle contradiction?) Pourquoi planifieraient-ils, et souvent dans les moindres détails, les manipulations des élèves, s'ils concevaient la science d'abord et avant tout comme une recherche de la vérité, un défi à relever, une aventure humaine? Encore, ils manquent de temps et il y a les programmes; mais ce faisant, quelle image de la science reflètent-ils, sinon un édifice déjà tout fait? Et si ce n'est pas le cas, comment peuvent-ils supporter cette nouvelle contradiction? Et s'ils conçoivent la science comme une aventure humaine, comment expliquer qu'ils fassent abstraction dans leurs propos, lorsqu'ils « donnent leur cours », de cet aspect essentiel de la science qui consiste à la considérer comme le fait d'une « pensée qui cherche à comprendre »? Ne présentent-ils pas aussi la science comme une suite d'énoncés rigoureux, dépouillés et sans âme, ne laissant aucune place pour le doute, pour l'intuition, pour l'histoire; et encore moins pour la culture en vigueur à l'époque d'une « découverte » (d'ailleurs n'emploient-ils pas abusivement ce terme quand on sait que pour les élèves, on « découvre » des faits scientifiques un peu comme on peut découvrir une couleuvre sous une pierre?)? Ne présentent-ils pas aussi la science comme une pure

description d'une réalité où l'être humain est absent, plutôt qu'en tant que *représentation*, commode et actuelle, que se donne l'esprit humain pour rendre compte des phénomènes qu'il peut percevoir? Ainsi, même si consciemment, les professeurs conçoivent la science moins naïvement que leurs élèves, il n'en demeure pas moins que dans les faits leurs actions ne reflètent pas cette différence.

Et peut-il en être autrement quand on considère leur formation scientifique à l'université ou à l'école normale? Comme cette formation, telle qu'elle m'apparaît aujourd'hui (je me réfère ici à celle de mes étudiants actuels à l'université), véhicule cette conception naïve de la science, j'ai tout lieu de croire que la leur, il y a quelques années, n'était pas différente. Alors, il me semble inévitable qu'ils véhiculent à leur tour cette conception. De plus, ils ne sont pas placés dans un contexte propice à la réflexion; le fait qu'ils doivent, en définitive, assumer un rôle de « pompier », constamment au coeur de l'action, ne favorise pas le recul nécessaire pour faire le point sur leur travail et se situer par rapport aux connaissances qu'ils véhiculent.

Délaissons leur position à l'égard de la science et abordons maintenant leur situation face à l'enseignement. À cet égard, j'ai très peu de choses à dire car je n'y ai vraiment pas porté beaucoup d'attention. J'ai cependant pu constater que le préjugé qui veut que les professeurs de sciences soient d'abord des physiciens, des biologistes, etc., ne leur convenait pas, sinon très peu. Ils me sont apparus au contraire comme étant d'abord des enseignants, et encore, des enseignants généralement très sensibles aux élèves. Ce sont d'ailleurs des professeurs de sciences qui ont été à l'origine de l'animation étudiante.

Sur le plan de la compréhension des phénomènes présentés dans l'exercice de leur fonction d'enseignant, il m'est apparu que celle-ci était essentiellement fondée sur l'expérience acquise au cours de leur carrière déjà longue (au moins 17 ans), et que cette compréhension semblait les satisfaire dans l'ensemble. Quelques-uns ont cependant déploré le fait qu'ils aient trop peu de temps pour se documenter et mettre à jour leurs connaissances.

Certains déploreront aussi, faute de temps, de moyens, etc., le fait que leur enseignement se réduise, à toutes fins pratiques, à une simple transmission de la connaissance, à « l'inculcation » des connaissances; alors qu'ils croient davantage à une pédagogie de la redécouverte, une pédagogie où l'élève serait activement engagé dans son apprentissage. Une contradiction de plus à vivre...

La conscience : élèves

Rappelons que par « conscience », il faut entendre ici le fait d'être en mesure de saisir la portée de ses gestes et de ceux des autres. « Les élèves sont très conscients du système », me disait un professeur. C'est aussi mon avis. Jusqu'à un certain point, on pourrait reprendre à leur compte certaines des constatations de Claire Chamberland, sur le conformisme étudiant[1].

Dans son étude, celle-ci constatait l'existence de trois types de rôles chez ses étudiants : les rôles prescrits, les rôles joués et les rôles cachés. Ceux-ci étant respectivement : les rôles définis par leur perception des attentes des professeurs, les rôles qu'ils jouent ouvertement, et ceux qu'ils cachent parce qu'ils dérogent aux normes. Dans notre cas, on peut surtout distinguer les deux premiers rôles : le troisième apparaissant moins nécessaire; et s'il n'est probablement pas absent, du moins m'apparaît-il négligeable.

Au niveau du rôle prescrit, les élèves, qu'ils acceptent ce rôle ou non, perçoivent tous le « bon élève » comme celui qui obtient de bonnes notes, qui « travaille », qui se montre intéressé à la matière, qui se rend intéressant aux yeux du professeur, qui manifeste son désir d'apprendre; bref, c'est l'élève qui joue son rôle d'élève.

Dans les faits cependant, il y a ceux qui se conforment à ce rôle d'élève, le quart d'entre eux, les « meilleurs », les « dociles ». D'autres, à l'autre extrémité du spectre, refusent ouvertement de jouer ce rôle; ce sont les « drop-out » d'esprit qui comptent également le quart des élèves; et enfin, il y a au centre les « tièdes », qui tentent de s'en sortir,et parfois de façon astucieuse. L'un des professeurs me dira d'eux qu'« il ne leur suffit que d'avoir appris trois réponses pour passer au travers de leur secondaire : "Je le sais pas", "Je suis pas capable" et "J'ai pas compris". Comme ça, ils n'ont pas à s'engager. Parce que s'ils s'engagent, ils s'exposent à ce que je les pousse plus loin; alors que s'ils répondent comme ça, ils ne se font pas embêter, ils n'ont pas à faire d'effort! »

Ils savent que pour « passer », il leur suffit d'apprendre, de « retenir » les « capsules » que le professeur met en exergue dans ses exposés magistraux, et de savoir correctement « manipuler » les formules. De cette façon, ils obtiendront leurs notes et c'est à peu près tout ce qui leur importe. Et comme les élèves ont l'habitude de travailler en petits groupes, ils ont développé des techniques pour faire le moins d'effort possible car « de toute façon, ce qui compte, c'est ce qu'on va remettre au professeur », alors ils se « partagent » les tâches et n'ont donc pas à exercer de rôles cachés. Ils savent aussi que quoi qu'ils fassent, en autant qu'ils sont dans la moyenne, ils sont assurés de « passer ». D'ailleurs, les résultats des examens du Ministère seront normalisés : « Ils le savent, me dira un professeur, et ils en profitent... » Ils connaissent bien les exigences propres à chacun des professeurs, et chacun individuellement s'y conformera plus ou moins, selon que la majorité de la classe s'y conformera ou non;ce qui compte, c'est de faire en gros comme les autres... et, dans l'ensemble, le moins possible!

Ils semblent relativement conscients de l'écart qui existe entre le véritable apprentissage et le fait d'avoir de « belles » notes. À plusieurs reprises, des élèves me rectifieront lorsque je dirai : « Il paraît que tu es "bon" (ou "bonne") en (physique, biologie ou chimie)? » « J'suis pas bon (ou bonne), mais j'ai des bonnes notes... parce que j'étudie ce que le prof nous donne. »

Sans le moindre doute, les élèves adoptent une mentalité extrêmement utilitariste à l'école; et cela se voit non seulement dans leurs gestes

quotidiens en classe, mais également dans le choix de leurs cours. À part quelques exceptions, à moins qu'ils soient obligés de suivre certains cours à cause des exigences du CEGEP (pour ceux qui veulent y aller), ils choisiront de préférence, et lorsque ce choix se présente, des cours qui sont réputés exiger moins de travail (ex. : arts plastiques), étant donné qu'ils obtiendront quand même leurs « unités ». En général, s'ils ont choisi les cours de sciences, ils le diront ouvertement, « c'est pour le CEGEP ». Si on enlevait cette obligation, les cours de sciences deviendraient à peu près déserts...

Ils sont conscients aussi de certains sujets de mésentente entre la direction et les professeurs, au sujet de l'application des règles de discipline, et ils en profitent, comme je l'ai déjà signalé.

Ils ont conscience aussi que l'ancienne motivation, qui voulait qu'on travaille pour plus tard, pour le jour où l'on travaillera, ne tient plus, car ils n'ignorent pas que les jeunes n'ont pratiquement plus d'emploi sur le marché du travail.

Ils ont conscience du phénomène de la supplantation qui affecte leurs professeurs. Ils sont aussi conscients de l'effritement des valeurs traditionnelles dans la société en général : de la valeur décroissante du travail, de l'honnêteté, de la religion, du sens des responsabilités. Et ils emboîtent le pas : ils ne s'engagent pas, ils attendent...

Bref, ils m'apparaissent dans l'ensemble assez conscients de leur situation : celle de victimes d'un système. Ils ont trouvé un équilibre, artificiel certes, mais un équilibre tout de même. Mais c'est là, me semble-t-il, que s'arrête leur niveau de conscience; un niveau de conscience somme toute assez rudimentaire, puisqu'ils semblent incapables de se situer dans une perspective plus large. N'a-t-on pas lieu de craindre que les comportements qui découlent de cette attitude persistent à l'extérieur de l'école?

L'enseignement des sciences en tant que tel, compte tenu de tout ce qui a été avancé plus tôt dans la section « intelligibilité », ne vient certainement pas améliorer les choses. On peut même se demander s'il ne contribuerait pas, notamment par sa conception naïve et dogmatique de la science, à maintenir les élèves à un si bas niveau de « conscience », sinon même de développement moral.

Conscience : enseignants

Pour traiter de ce sujet, faisons trois distinctions : la portée de leurs gestes comme enseignants, la portée de leurs gestes en tant que professeurs de sciences et la portée de leurs gestes vis-à-vis de leurs supérieurs hiérarchiques.

Au sujet de la première, les enseignants semblent relativement bien renseignés sur l'état de conscience des élèves vis-à-vis du système. Je me demande cependant jusqu'où ils peuvent être conscients de leur propre influence à cet égard. Ils reconnaissent bien qu'ils y jouent un rôle, mais je me demande jusqu'à quel point ils parviennent à saisir la portée de certains de leurs gestes quotidiens sur le développement de ces adolescents.

Par exemple, les effets de cette insistance, insistance dans les faits j'entends, sur les notes, sur les examens, sur le conformisme, sur la manifestation de comportements « liés » à l'apprentissage, plutôt que sur l'apprentissage comme tel. Ils diront bien que c'est le « système » qui le veut, comme d'ailleurs les élèves et les parents; mais s'ils prenaient vraiment conscience des effets néfastes qu'engendre cette pratique, accepteraient-ils aussi facilement, tout compte fait, de s'y conformer? Et si effectivement, ils avaient une conscience aussi développée à cet égard, comment feraient-ils pour supporter cette contradiction?

Les enseignants sont-ils vraiment conscients de la signification de leurs gestes en tant que professeurs de sciences et de l'image de la science qu'ils transmettent à leurs élèves? J'ai tout lieu de supposer qu'ils se rendent encore moins compte des effets néfastes possibles sur le développement cognitif de leurs élèves : soumission aveugle à une autorité, dépendance à l'endroit d'un expert, atrophie de la curiosité intellectuelle, absence de véritable critique, sur-estimation de la rationalité (des autres, au surplus!), sentiment d'impuissance, etc.

Passons au troisième champ d'application : les supérieurs hiérarchiques. Il faut entendre ici : la direction, le ministère de l'Éducation du Québec, et même le syndicat des professeurs. Vis-à-vis de la direction, les enseignants me semblent très conscients de la portée des gestes posés de part et d'autre. À ce sujet, même s'il y a quelques frictions à l'occasion, les règles du jeu semblent bien composées et les enjeux clairement perçus. On peut se demander cependant jusqu'à quel point, au delà des affaires courantes, s'étend cette conscience. Quand le corps enseignant et la direction ont-ils l'occasion de faire ensemble le point sur la portée globale (sur l'éducation des jeunes) des gestes qu'ils posent de part et d'autre, sur le type d'éducation qu'ils dispensent dans les faits, sur l'idéologie qui les anime, et sur le type de société qu'ils contribuent à bâtir? Il y a eu bien sûr ce comité chargé du projet éducatif de l'école qui a récemment déposé son rapport. Je n'ai pu que prendre connaissance des grandes lignes de ce rapport, et il m'a semblé qu'il ne traitait que de la vie à l'intérieur de l'école, ce qui n'est quand même pas négligeable. Mais il n'a pas été question de l'enseignement comm tel, du moins rien de substantiel quant au sens du message lui-même.

Face au MEQ, la situation m'apparaît nettement contrastée. Il y a d'un côté, ceux qui perçoivent le ministère de l'Éducation comme une grosse machine impersonnelle qui dicte tout, et face à laquelle on ne peut finalement rien faire; de l'autre côté, il y a ceux qui connaissent son fonctionnement et certains de ses responsables, et qui posent des gestes pour influencer ses décisions et ses orientations.

Face au syndicat, j'ai été surpris de constater que cet organisme, qui est pourtant censé fonder son action et ses orientations sur les besoins et les aspirations de ses membres, était en fait perçu comme une entité tellement coupée de sa base que les professeurs eux-mêmes pouvaient en être victimes! À titre d'exemple, le syndicat de son propre chef et sans les

consulter a déposé un grief pour interdire le bénévolat des enseignants concernant les activités para-scolaires, et réclamé une compensation salariale pour les services déjà rendus! Autre exemple, tous les professeurs conviennent que la supplantation, du moins telle qu'elle existe présentement, n'a vraiment aucun sens; tous en sont finalement victimes. Et pourtant, même s'ils veulent (tout comme la commission scolaire d'ailleurs) que la situation change, ils ne voient pas comment ils pourraient y parvenir! Le syndicat serait donc devenu lui-même un facteur d'aliénation...!

L'emprise : élèves

Rappelons que l'emprise a trait à la possibilité de se reconnaître comme personne dans son milieu, d'entrer véritablement en contact avec son entourage. Notons d'abord qu'en général professeurs et élèves ne se vouvoient pas. Chacun s'appelle par son prénom. Les relations sont plutôt cordiales et même parfois très familières.Il n'y a donc pas, de prime abord, autant de distance hiérarchique que par le passé; ni d'ailleurs, semble-t-il avec la direction (du moins en surface; on se souviendra de la remarque de cet élève : « Le directeur on l'aime pas... parce que c'est le directeur. »).

Notons ensuite que depuis l'instauration de l'animation étudiante, élèves et professeurs ont plus d'occasions d'entrer en contact. Du moins, en principe, car depuis le 11 novembre 1982, suite au litige syndical, les groupes-conseil (où 20-30 élèves pouvaient rencontrer leur conseiller lors d'une période prévue à l'horaire) ont dû être abolis. Il ne subsiste donc que les rencontres individuelles, déterminées au gré de l'élève ou du professeur. Et encore là, comme il n'y a aucun « trou » prévu à cette fin dans l'horaire et que cet horaire est déjà très chargé, les rencontres doivent se faire à la sauvette, entre deux périodes consécutives, ou en empiétant sur les heures de classe de l'élève; cela se fait à l'occasion mais comme disait l'un des professeurs, « il ne faut pas en abuser ». Il n'est d'ailleurs pas possible de fixer ces rencontres après la classe vu les exigences du système d'autobus (le « péril jaune »).

En classe, un certain contact élève-professeur est possible mais il est limité par la quantité de « matière à passer » et par le nombre d'élèves (20 à 33 par classe). Par ailleurs, comme l'élève est en relation seulement de trois à cinq heures par semaine avec le même professeur (il rencontre de 5 à 7 professeurs différents par semaine), ses possibilités de contact véritable s'en trouvent encore réduites.

Avec ses compagnons et compagnes, un certain contact est possible mais l'élève en côtoie un nombre si important à l'intérieur de ses cours (de l'ordre d'une centaine en secondaire IV et V, un peu moins aux autres niveaux), qu'on peut s'interroger sur la qualité des liens qui peuvent se nouer. Il y a évidemment l'heure du dîner où des liens d'amitié peuvent s'établir, mais là encore, on connaît l'état de désoeuvrement à cette période de la journée...

Les élèves doivent circuler de classe en classe et il n'y a pas véritablement de locaux de rencontre, hormis le grand hall, la cafétéria, la salle

de ping-pong, tous aussi bruyants qu'impersonnels. Ne parlons pas du gymnase et de la bibliothèque, respectivement réservés au sport et à la lecture, et d'ailleurs très peu fréquentés. Cette situation ne contribue certainement pas à développer un sentiment d'appartenance. À quoi les élèves peuvent-ils alors s'identifier s'il n'y a rien qu'ils puissent façonner à leur image? Il y a bien ces fresques dans les corridors mais elles datent déjà de quelques années. Alors que reste-t-il? À mon avis : la musique! La musique du hall à l'heure du dîner, à la récréation du matin et immédiatement après la classe. Je trouve d'ailleurs symptomatique qu'ils tiennent tant à une musique aussi rythmée et à un niveau sonore aussi élevé. Ne s'agit-il pas là de la manifestation d'un besoin d'évasion et d'affirmation? Dans l'incapacité de personnaliser leur environnement, ils prennent possession de l'espace par la musique; plus encore, ils agressent la polyvalente tout entière. Dommage que je n'aie pas été sur place lorsque l'amplificateur a disparu (volé à quatre reprises au cours des deux dernières années!); j'aurais aimé étudier la dynamique de l'école pendant ces jours où la musique était absente...

Enfin, comme c'est souvent dans le cadre d'un projet commun que des liens d'amitié se nouent, et que ces projets sont à peu près inexistants, autant à l'intérieur de la classe, qu'à l'extérieur, on peut alors se demander dans quelle mesure l'école favorise vraiment le développement de tels liens.

L'emprise : enseignants

Les contacts avec les élèves sont en général recherchés par les professeurs; c'est d'ailleurs d'un intérêt vital, pour certains d'entre eux. Mais, comme je l'ai mentionné en décrivant la situation des élèves, les occasions d'établir des contacts significatifs sont plutôt rares. Il faut d'ailleurs ajouter que chaque professeur rencontre hebdomadairement plus de 100 élèves et qu'il ne passe que quelques heures par semaine avec chaque groupe. Comment pourrait-il avoir le temps de connaître véritablement ses élèves? Sans doute parvient-il à en connaître quelques-uns, peut-être 10, 20 ou même 30 mais certainement pas 125!

Entre eux, les professeurs établissent certains liens. Mais, mis à part ceux qui ont leur bureau dans un même local, les occasions de rencontres sont plutôt réduites. Et même pour ceux qui travaillent dans un même local, ces liens ne conduisent pas nécessairement, à part quelques exceptions, à une véritable collaboration : chacun a tendance à travailler seul. J'ai même pu noter une certaine méfiance des uns envers les autres; une méfiance peu marquée, mais réelle. (Je suis porté à l'attribuer au climat général de l'école et aux séquelles de la supplantation). Il existe aussi une certaine méfiance à l'égard de la direction, bien que les relations m'apparaissent dans l'ensemble assez cordiales : professeurs et cadres semblent en effet pouvoir se parler, et même avec beaucoup de franchise dans certains cas.

Avec les parents, il n'y a pratiquement aucun contact. Il y a bien la visite annuelle des parents, mais en général, elle n'attire qu'une faible

proportion des parents (15 % au maximum, disent les enseignants). D'ailleurs, ceux qui se présentent sont généralement les parents de jeunes pour qui tout va bien.

Les relations avec les dirigeants de la commission scolaire se font très rares. « Ils sont loin, eux-autres : ils ne savent pas comment ça se passe ici. Ils devraient de temps en temps venir prendre notre place; ça les ramènerait un peu plus sur terre », me disait l'un des professeurs. Il ne faut cependant pas voir là un signe d'affrontement, je crois que ces propos indiquent surtout un manque d'appui. Avec le MEQ, aucune relation, mis à part le cas de l'un des professeurs. Les seuls contacts qu'ils entretiennent sont à sens unique, par voie de documents officiels.

Quelques mots maintenant sur les lieux de travail des professeurs de sciences. D'abord les laboratoires. Étant donné que tous les cours se donnent dans l'un ou l'autre des sept laboratoires, et que chaque professeur en occupe un de façon à peu près permanente (parfois ils sont deux à partager un même laboratoire), on aurait pu s'attendre à ce que chacun de ces locaux soit personnalisé. Mais non, ils sont tous à peu près aussi impersonnels. Il en est d'ailleurs de même pour chacun des trois locaux de professeurs : il n'y a pratiquement aucune marque d'identification. Il faut ajouter que ces locaux de professeurs sont encombrés de matériel de laboratoire : ces derniers travaillent, jusqu'à un certain point, dans une sorte d'entrepôt! En définitive, je vois dans ces deux faits (l'état des laboratoires et des locaux de professeurs), d'une part, un indice d'absence de sentiment d'appartenance, et d'autre part, le peu d'importance que l'on accorde à ce besoin d'identification des professeurs, un besoin pourtant fondamental.

Enfin, encore au niveau de l'emprise, il m'apparaît significatif que les activités à caractère social ne suscitent que très peu de participation chez les membres du corps enseignant. L'un d'eux me confiait que lorsqu'une soirée est organisée, « on retrouve à peine 20 % des profs, et ce sont toujours les mêmes. »

Des indicateurs de l'aliénation

J'ai introduit le concept d'aliénation en soutenant que lorsqu'un système social tel que le système scolaire empêche en pratique le développement même qu'il doit promouvoir, les conditions potentielles de l'aliénation sont alors réunies. Prises ensemble, ces conditions nous aident à comprendre pourquoi les élèves et les professeurs mettent autant l'accent sur des sources de satisfaction instrumentales plutôt qu'intrinsèques (« étrangéité à soi »), et pourquoi les élèves et les professeurs « décrochent » de leur travail. L'étrangéité à soi et le décrochage, que nous avons choisi de traiter en détail ne représentent que deux indicateurs de l'aliénation parmi d'autres. Il est raisonnable de penser que le vandalisme, le taux de dépression des élèves et des professeurs et l'usage de drogues constituent aussi des indicateurs d'une situation d'aliénation. Nous n'avons cependant obtenu que des données partielles au sujet de ces derniers. Ainsi, si le vandalisme a

beaucoup diminué, il en reste encore de nombreuses traces et les mesures de surveillance sont nombreuses. Quant aux dépressions, le directeur et les enseignants en ont des perceptions différentes. Pour le directeur, la situation serait normale alors que les enseignants soutiennent au contraire que le phénomène est assez répandu, autant chez les professeurs que chez les élèves. « C'est la première fois cette année, me confiait l'un des professeurs, que je remarque autant d'élèves qui m'apparaissent en état de dépression »; et son collègue d'ajouter : « Moi j'estime que la dépression doit toucher 15 à 20 % des professeurs. Et encore je ne parle que des dépressions importantes. » Quant à l'usage de drogues, il apparaît qu'il est en nette régression mais les données manquent pour bien cerner la situation. Il me paraît souhaitable que d'autres recherches soient menées sur l'état général de ces indicateurs.

L'« étrangéité à soi » ou les valeurs instrumentales

Il est manifeste, et ceci est d'ailleurs reconnu par les professeurs, que la principale motivation des élèves à l'égard des cours de sciences est l'obtention de la « note ». Presque tous leurs gestes sont dictés par cet espoir d'obtenir leurs « notes », parce qu'ainsi ils se verront attribuer leurs « unités ». (Pour obtenir leur diplôme et être ainsi admissibles au CEGEP, les élèves doivent amasser un certain nombre d'« unités »; et pour certains programmes collégiaux, des unités dans telle et telle discipline. Lorsqu'ils ne convoitent plus ces unités, ils décrochent, en fait ou en esprit.) Ceci se voit aisément dans leurs réflexions et leur comportement général. Ils accompliront très docilement, par exemple, les tâches dictées par le professeur : « Il faut bien que je le fasse parce que le prof nous le demande. » « Moi je fais ça parce que je veux avoir mes notes. » « J'en ai besoin pour aller au CEGEP. » Certains comportements sont également révélateurs : cette espèce de fébrilité qu'on remarque chez certains lors des périodes de labo ou d'exercices, où ils recherchent essentiellement à s'acquitter le plus rapidement possible de leurs tâches « pour avoir leurs points ». Le fait qu'ils accomplissent ces tâches, sans vraiment chercher à comprendre ce qu'ils font, constitue un indice supplémentaire. De plus, ils n'accordent généralement pas beaucoup d'attention aux explications du professeur, sauf s'il s'agit d'informations techniques utiles pour répondre aux exigences des travaux, et ainsi obtenir leurs « notes ».

Les professeurs déploreront par ailleurs à maintes reprises, le fait que « les élèves ne veulent plus faire d'efforts; tout ce qu'ils veulent, c'est obtenir leurs notes le plus facilement possible. » Un autre professeur me dira encore : « Aujourd'hui l'effort et le travail, il n'y en a plus. Il faut quand même faire un effort pour comprendre; or les élèves n'en font plus, et les résultants (scolaires) s'en ressentent... L'avenir ne les motive plus tandis qu'avant, on travaillait pour l'avenir. Ils se fient à la normalisation des notes. La direction nous dit même que certains ne sont là que par parure... Une bonne "gang" d'entre eux se foutent autant de la menace des mauvaises notes, que de la promesse de quelque chose de positif. Alors comme les

élèves sont très influençables, surtout les plus jeunes, ils sont tentés de faire comme eux; les redoubleurs sont bien souvent considérés comme des héros! Il y a 10 ou 15 ans, même les "cruches" essayaient de faire des efforts... »

Ce dernier fait, l'absence d'effort, m'apparaît lui aussi révéler la valeur instrumentale des gestes accomplis par les élèves. En effet, la « loi du moindre effort » n'intervient-elle pas lorsque l'activité à accomplir n'a pas en soi suffisamment de signification, lorsque cette activité ne constitue qu'un moyen de parvenir à une fin qui, elle, est désirable? Évidemment, dans la pratique, on fait un certain dosage entre la valeur en soi et la valeur instrumentale de chacun de nos gestes. Mais si la valeur en soi l'emporte, la notion d'effort et, par ricochet, la « loi du moindre effort » deviennent alors hors de propos. Tandis que lorsque c'est la valeur instrumentale qui prime, le degré d'effort à fournir par l'individu entre alors en ligne de compte d'où, chez beaucoup d'élèves la recherche du moindre effort. En outre, ce n'est pas tant l'aspect répréhensible de la chose qui m'importe, contrairement aux professeurs, mais bien le fait qu'elle constitue un autre symptôme possible de l'aliénation.

Tout semble en fait se passer comme s'il y avait deux réalités,l'une plutôt tacite et l'autre formelle; la première est l'ordre du vécu, et l'autre de l'ordre des intentions. Le jeu de la poursuite des notes appartient à la réalité tacite; et l'action qui serait réalisée dans le but d'apprendre, de développer des stratégies de recherche, de développer le raisonnement, la réflexion, etc., appartient surtout à la réalité formelle. Ces deux réalités sont généralement perçues comme côte à côte, autant par les professeurs que par les élèves. Dans le discours tenu par les professeurs, autant face à moi que face à leurs élèves, l'accent est mis sur la seconde réalité. Mais dans l'organisation qu'ils imposent à la classe (par exemple : « vous devrez me remettre tel travail à tel moment » ou « ceci est demandé trois fois sur deux (sic) dans l'examen du Ministère », ou encore par la forme et le contenu même de l'examen), c'est la première réalité, la réalité tacite, qui est nettement privilégiée car, disent-ils tous, « on n'a pas le choix.... » Chez les élèves, c'est nettement la première réalité qui est privilégiée (« Je fais ça parce que le prof le demande » ou « pour avoir mes points » ou « pour faire mon travail »). Certains peuvent invoquer que cela va leur permettre de satisfaire aux exigences d'entrée au CEGEP, mais on constate encore là qu'il s'agit souvent essentiellement d'avoir les notes pour y être accepté. Exceptionnellement, on entendra des paroles comme « Je fais ça pour apprendre. « Mais ce terme, apprendre, comporte au fond une signification assez vague, et essentiellement intellectuelle (en ce sens qu'elle ne constitue pas vraiment l'expression d'une expérience vécue, d'une expérience pleinement ressentie). Il s'agit plutôt d'une justification qui fait bien, qui redit ce qu'ils ont maintes fois entendu de la part de leurs professeurs, et non un sentiment personnel.

Professeurs et élèves semblent donc vivre dans une double perspective où chacun tente d'assumer tant bien que mal cette contradiction fon-

damentale. Ceux qui peuvent s'abandonner totalement à la réalité tacite relèvent cette contradiction et trouvent une forme d'équilibre qui, bien qu'artificielle et temporaire, semble néanmoins leur convenir (les « drop-in »). Les autres se sentent étriqués, mal à l'aise et insatisfaits. Ces derniers peuvent réagir de deux façons opposées : ou bien ils décrochent (les « drop-out » de fait ou d'esprit) en invoquant l'éventail habituel des prétextes : « c'est plate l'école, j'ai hâte d'en sortir », « c'est la faute des autres, du MEQ, des profs, etc. »; ou bien ils s'acquittent de ces obligations sans signification, en continuant à espérer que plus tard, un jour, leur situation changera, et que ce sera plus intéressant.

Entre temps, ils ne récoltent pas, ou très peu, le fruit de leur travail. La satisfaction d'apprendre, le plaisir de maîtriser un nouvel outil, le plaisir d'avoir relevé un défi, la satisfaction d'avoir soi-même réalisé quelque chose de valable sont des émotions qu'ils ignorent ou méconnaissent. Ils se contentent de recevoir des notes! Ils sont donc plongés dans une situation analogue à celle du travailleur, tant décriée par Marx et d'autres, qui n'a pas accès au produit de son labeur, mais seulement à quelques « billets verts » qui n'ont qu'une valeur instrumentale. La situation est pire encore pour l'élève qui est motivé uniquement, ou presque, par les notes. Car, contrairement au travailleur qui peut immédiatement transformer ses « billets verts » en biens convoités, cet élève, quant à lui, est placé dans la situation d'un travailleur qui ne recevrait, en échange de ses services, qu'un bout de papier lui accordant éventuellement, si les conditions lui sont alors favorables (car ces conditions ne dépendent pas seulement de lui, mais également d'aléas qui semblent parfois relever d'arbitraire), la possibilité de pouvoir travailler à autre chose... qu'il espère plus intéressante! Ainsi, si on peut facilement parler d'aliénation du travailleur, qui peut pourtant à très court terme jouir indirectement de son labeur, à plus forte raison devrions-nous alors parler de l'aliénation de l'élève, réduit à travailler uniquement pour ses « notes ».

Parlons du professeur maintenant. Au cours d'un après-midi, je me trouvais dans un local de professeurs de sciences, et je discutais avec l'un d'eux de sa perception de son travail. Il venait tout juste de recevoir les résultats informatisés des derniers examens. Ces résultats étaient vraiment lamentables : des 20 %, 30 %, etc., exceptionnellement des 70 % ou 80 %. Et ce n'était pas seulement les résultats pour ses propres examens qui étaient ainsi, car il me montra les résultats concernant les autres matières : ils n'étaient guère plus réjouissants. À un certain moment, il en vint à dire devant quelques collègues : « Plus ça va, plus j'ai le sentiment que je viens ici pour chercher ma paye... Moi j'ai ma matière à passer. Prenez-la, prenez-la pas; ça, ça me regarde pas... Je trouve ça grave quand tu es rendu à penser comme ça. Et je suis certain que c'est généralisé; la plupart des profs pensent comme ça. » Quelques instants après, durant la même discussion, j'en vins à demander à l'un de ses collègues qui avait suivi notre conversation : « Est-ce qu'il ne reste finalement que la paye pour vous motiver? » « Il reste quasiment rien que ça [...] et la sécurité d'emploi.

[...] Avec le temps, tu finis par t'endurcir : tu prends ça une période à la fois. »

Toujours au cours de la même conversation, je leur ai demandé s'il n'y avait pas entre eux une espèce d'entente tacite pour éviter de parler de ces questions. Ils répondirent par l'affirmative, avec un sourire quelque peu gêné. L'un d'eux ajouta alors : « On a chacun notre exutoire : moi, c'est le bricolage. À la maison, je descends dans ma boutique et je tripote. Comme ça, j'oublie. » Un autre ajoutera : « Le pire, c'est quand on a plus le goût de rien faire. Si l'on ne trouve rien à faire, alors on ne pense rien qu'à ça; et là, c'est grave. » Quelques instants après la fin de cette conversation avec ces trois professeurs de sciences, l'appariteur, qui avait assisté à l'entretien sans intervenir, me confia que présentement, durant cette période de l'année (début décembre), les professeurs étaient plus fatigués, « alors ils déprimen; mais en d'autres temps, ils sont moins pessimistes. »

Immédiatement après cette conversation, je me suis rendu dans un autre local où se trouvaient deux autres professeurs de sciences, accompagnés d'une collègue d'une autre discipline (ces enseignants sont très occupés et vivement intéressés par un projet d'animation étudiante qu'ils travaillent à mettre sur pied depuis le début de l'année scolaire). Comme à l'accoutumée, je les ai trouvés pleins d'enthousiasme. J'en vins quand même à leur poser la question suivante : « Qu'est-ce qui vous arriverait si l'on vous enlevait l'animation étudiante? » Unanimement et sans hésitation : « La déprime! » L'animation étudiante constitue donc apparemment pour eux cet « exutoire » dont parlait précédemment l'autre professeur. Car, fait à noter, ce travail n'est officiellement qu'un « à côté » (qu'un complément mineur) à leur tâche principale qui est l'enseignement des sciences, et pourtant ils y consacrent beaucoup de temps. On peut donc raisonnablement conclure que le travail principal des élèves, comme celui des professeurs, a relativement peu de valeur en soi; il semble généralement ne posséder qu'une valeur instrumentale.

Décrochage

Nous pouvons mieux comprendre le phénomène des « décrocheurs », en reliant ce comportement à l'un des symptômes de l'aliénation. On retrouve dans presque tous les groupes quelques élèves (2-3 par classe) qui ne font absolument rien, qui sont là par « parure », comme disait précédemment l'un des professeurs. « Ils attendent l'âge. » Ces élèves-ci semblent de plus avoir une influence sur quelques autres, car me disait encore un professeur (et son collègue qui participait à notre conversation endossait cette déclaration) : « Tu sais, avant, dans nos classes, on avait des courbes normales. Aujourd'hui, on a des courbes à l'envers : rien que des très forts et des très faibles. C'est de même dans toutes les classes; que ce soit en maths, en physique, ou ailleurs. » Le décrochage en esprit semble donc un phénomène assez répandu.

Le taux d'absentéisme par ailleurs m'apparaît assez élevé. Le directeur, qui ne détenait pas encore (fin mars) les dernières statistiques sur

le sujet, n'était pas en mesure de me dire si ce taux avait changé cette année chez les élèves, par rapport aux années antérieures. Il l'estimait cependant de 5 à 6 %. Or, à son avis, 3 à 4 % serait normal. Mais vu la récente mise sur pied d'un comité de fréquentation scolaire chargé de contrôler les élèves qui s'absentent, il croit que ce taux devrait baisser. Les enseignants de sciences, pour leur part, considèrent que le taux d'absentéisme ne dépasse généralement pas 1 % dans leurs classes.

Chez les enseignants, il semble y avoir relativement peu d'absences, mais le nombre augmente sensiblement en février-mars, selon le directeur – à cause de la fatigue, de la « déprime » à l'arrivée du printemps. Pour ma part, j'ai été surpris d'apprendre à quelques reprises au cours de l'automne que des professeurs s'étaient absentés une demi-journée ou une journée, « pour se reposer »; comme si cela faisait presque partie des moeurs. Je ne suis cependant pas en mesure de juger de l'ampleur de ce phénomène. Toutefois, le directeur me confiait que lorsqu'une absence épuise la « banque » statutaire de jours de congé maladie, on pouvait alors s'attendre à ce que cette absence se prolonge, « car le professeur sait alors que ces jours, qui lui auraient été versés en prime à la fin de l'année s'il ne les avait pas pris, sont perdus; alors il en profite. » Le travail ne semble donc pas des plus attirants. D'ailleurs, à plusieurs reprises, des enseignants m'ont mentionné, et en déplorant le fait, que les professeurs « disparaissaient » lorsqu'ils n'avaient pas de cours. (Précisons toutefois que cela est conforme à leur convention collective de travail.) J'y vois quand même là un indice de plus. Je me dois d'ajouter cependant qu'il m'est arrivé de trouver des professeurs de sciences en plein travail en dehors de leurs périodes de cours, et que cela se produit très souvent chez certains d'entre eux. Peut-être est-ce alors un phénomène moins répandu chez ces derniers. Mais le fait demeure.

Passons enfin aux *pertes de temps*. Il s'agit là d'un phénomène manifeste qui semble reconnu comme normal autant chez les professeurs que chez les élèves. Outre les débuts et les fins de période, où il se perd (dans les deux cas) de 5 à 10 minutes en moyenne, il y a chez les élèves de nombreux moments où ils ont manifestement l'esprit ailleurs. Il y a encore tout ce temps passé à transcrire « au propre », par exemple une procédure de laboratoire; ce temps à ne rien faire en attendant que le professeur, débordé, puisse venir répondre à une question d'un élève (question à laquelle, dans plusieurs cas, l'élève lui-même aurait pu répondre, s'il s'était donné un tout petit peu de peine); ce temps perdu à la fin de certaines activités, parce qu'il ne reste plus suffisamment de temps pour amorcer une nouvelle activité; ce temps perdu lors des travaux en équipe. Voici d'ailleurs un exemple typique de ce dernier cas, que je me permets de vous livrer tel quel, à partir de mon calepin :

> « Je suis dans la classe de (un tel) en plein travail (il s'agit d'une période d'exercices ou de la fin d'une expérience...?). Ici et là jaillissent, de la clameur de fond, des zéro virgule par ci, zéro virgule par là; parmi tout ce bruit de chaises déplacées, d'éclats de rires sporadiques... Je

m'approche en douce d'un groupe de trois élèves absorbés à leur tâche. L'un dicte les données, l'autre exécute les calculs et note, et la troisième mange de la réglisse! »

Il y a aussi toute cette perte de temps au début de l'année scolaire, et encore, il n'y a pas eu de grève cette année (par exception!). Plusieurs professeurs m'ont fait part de leur mécontentement face au fait que les horaires de secondaire II et III avaient été révisés en retard, de telle sorte que l'enseignement n'a pu commencer véritablement, dans certaines classes, qu'à la toute fin de septembre.

Mentionnons enfin les pertes de temps causées par l'absence occasionnelle de certains professeurs qui se voient alors remplacés par des suppléants. Ces derniers étant engagés au pied levé ne sont habituellement pas en mesure d'assurer la continuité de l'enseignement, ce qui entraîne inévitablement des pertes de temps. Ajoutons encore que dans certains cas, jugés trop fréquents par les enseignants, même la suppléance n'est pas assurée.

Conclusion

En considérant l'ensemble des faits recueillis à la lumière du modèle théorique présenté précédemment, on peut conclure que les élèves et les enseignants qui ont été la cible de cette étude de cas vivent dans un état d'aliénation. Sachant fort bien qu'une telle conclusion pouvait soulever la polémique, j'ai jugé qu'il était prudent de détailler autant que possible toute la méthode que j'ai observée. Dans le but de m'assurer de la représentativité des faits rapportés, ainsi que de la justesse des interprétations effectuées, j'ai cru nécessaire de soumettre le rapport en entier à chacun des huit enseignants qui ont participé en tant que sujets à cette étude. Ainsi, près de deux semaines après la remise du rapport préliminaire aux huit enseignants, une séance réunissant ces derniers et moi-même a permis d'examiner, page par page, le contenu du rapport. Cette réunion, qui a pris une journée entière, s'est déroulée hors de leur lieu de travail. Un seul était absent.

Les enseignants n'ont demandé aucune modification majeure du texte initial; leurs commentaires ont permis sur le champ de compléter ou d'ajuster quelque peu certains passages. De sorte que le tableau que j'ai brossé de la situation dans ce texte a été approuvé à l'unanimité par les participants à l'étude, qui l'ont considéré comme fidèle et représentatif. Ils ont cependant tenu à souligner que le rapport décrit la situation prévalant au cours de la période d'automne (1981). Cette précision est jugée importante puisqu'à mesure que l'année avance, comme chaque année, la situation est un peu différente : le contenu des programmes est différent, les modalités d'enseignement se répartissent différemment dans le temps, les élèves ont plus d'expérience et de maturité, le fonctionnement est alors davantage teinté par les impératifs de fin d'année et la fièvre du printemps, etc. Mais la vie générale de l'école reste sensiblement la même (mise à part l'accentuation momentanée des effets de la supplantation).

Les enseignants ont en outre formulé collectivement les commentaires suivants et ont demandé qu'ils apparaissent dans le rapport final :

« Il n'y a actuellement que très peu de liens entre les différents programmes de sciences du secondaire, à l'exception des programmes de secondaire V, qui prolongent ceux de secondaire IV, dans leur discipline respective.

Cette année, comme par le passé, nous avons remarqué tout au long de l'année, en secondaire V, des améliorations substantielles des capacités et de l'attitude des élèves en sciences. Il n'est pas rare que des déblocages soudains se produisent chez certains élèves au cours du second semestre. Par contre, on assiste aussi, au cours de la même période, au décrochage (d'esprit) de certains autres lorsqu'ils constatent que le choix d'orientation qu'ils viennent d'arrêter pour le CEGEP n'exige pas le cours qu'ils suivent présentement.

Aux pistes à explorer qui apparaissent plus bas sous la rubrique "questions à débattre", il faudrait en ajouter deux autres :

on devrait étudier la possibilité de regrouper des élèves de niveaux rapprochés dans une même polyvalente afin, notamment, d'augmenter le nombre de professeurs qui enseignent une même matière et ainsi favoriser la constitution de groupes de travail chez les professeurs; et

on devrait aussi étudier la possibilité d'augmenter l'"emprise" entre élèves et professeurs, et la continuité entre certaines matières, en confiant à chaque professeur l'enseignement de plusieurs matières connexes (ex. les diverses sciences et les mathématiques) auprès d'un nombre restreint de groupes d'élèves.

Ton travail parmi nous et la lecture du rapport nous ont fait prendre davantage conscience de notre façon d'enseigner et de notre situation de travail. Nous sentions cette situation mais maintenant nous pouvons la nommer. Nous avons aussi pris davantage conscience des objectifs que nous poursuivions, ou que nous ne poursuivions pas. Cette étude a en outre permis d'établir certains liens entre nous, les professeurs de sciences.

Dès l'an prochain, nous comptons, à notre niveau, amorcer certains changements. Mais nous souhaitons que la publication de ce rapport ait pour effet de susciter, aux échelons supérieurs, des changements de plus grande envergure. »

Certains enseignants avouent cependant « rester sur leur faim » quant au rapport final. Ces derniers considèrent qu'avec ses nuances et sa pondération, ce rapport ne met pas suffisamment en relief la gravité de certaines situations. Ne voulant pas verser dans l'alarmisme ou la polémique, j'ai préféré maintenir le rapport dans sa forme actuelle.

Le lecteur engagé dans l'enseignement des sciences dans un autre milieu notera certainement des différences entre sa propre situation et celle qui est décrite dans ce rapport. Cela va de soi. Mais je me demande jusqu'à quel point, dans l'ensemble, et sur le fond, il ne pourrait pas y reconnaître aussi des éléments de sa propre situation.

Il est sans doute difficile et surtout désagréable de reconnaître un tel état de fait. Mais, c'est dans la mesure où l'on peut identifier des sources d'aliénation que l'on peut tenter par la suite de modifier la situation, et faire un premier pas pour s'en libérer. Essayons donc d'examiner quelques pistes à explorer.

Les réflexions contenues dans le modèle théorique ouvrent certainement en elles-mêmes quelques perspectives. Les considérations qui apparaissent sous chacune des cinq dimensions peuvent probablement inspirer certains changements salutaires. On pourrait ainsi étudier comment, à la lumière de l'ensemble des repères fournis, on pourrait concrètement améliorer, autant chez les élèves que chez les professeurs, leurs pouvoirs structurel et fonctionnel, ainsi que leur niveau d'intelligibilité, de conscience et d'emprise. Je ne m'étendrai pas sur le détail des modifications possibles sous chacun de ces volets. Je voudrais plutôt identifier quelques changements d'envergure qui mériteraient, à mon sens, une réflexion approfondie.

Questions à débattre

De toute évidence, il faudrait repenser le système qui mène au phénomène de la supplantation des professeurs. Ne détenant pas suffisamment d'information je ne suis pas en mesure de proposer un meilleur mode de fonctionnement. Cependant, n'y aurait-il pas moyen de considérer au moins un exception à la supplantation, lorsque des professeurs sont engagés dans des projets d'innovation pédagogique d'une certaine ampleur? Cette mesure d'exception stimulerait, il me semble, l'amélioration continue de l'enseignement.

Je me demande aussi, s'il n'y aurait pas lieu d'étudier la forme actuelle des horaires et d'envisager la faisabilité et les avantages que pourrait comporter un horaire de type modulaire (par exemple des périodes de l'ordre d'une demi-journée). Ceci nécessiterait des changements substantiels quant à l'organisation de la classe, et aurait probablement des effets heureux sur la participation des élèves.

Évidemment, il ne faudrait pas croire que ce simple changement structurel entraînerait à lui seul une amélioration de la qualité de l'apprentissage; des changements au niveau des esprits s'avèrent encore plus importants. Parmi ces derniers, une piste intéressante à explorer, à mon avis, serait de repenser fondamentalement la place occupée présentement par la recherche, autant dans l'apprentissage (chez les élèves) que dans l'enseignement (chez les professeurs). Je ne veux pas insinuer que l'élève doive tout retrouver par lui-même, c'est une utopie. Je dis seulement qu'au début de certains grands chapitres de la matière à l'étude, on devrait établir les conditions nécessaires afin qu'il puisse véritablement mettre à contribution ses capacités de recherche. Et ensuite, greffer la suite de la matière (le reste du « chapitre ») à ce qu'il aura lui-même découvert, quitte à l'exposer à des contradictions. Je suis conscient qu'ici je simplifie beaucoup et qu'il y aurait encore beaucoup à ajouter pour que cette approche soit vala-

ble, malgré certaines de ses limites. Je crois néanmoins qu'il faudrait pousser dans cette voie.

En ce qui concerne la recherche chez les enseignants, j'entend la possibilité de modifier leur situation de « distributeurs de cours » pour leur permettre de s'engager eux aussi dans un courant de recherche, à l'égard de l'enseignement comme tel. Je me demande si cet aspect de leur fonction, ajouté à de meilleures possibilités de contact avec les élèves, ne viendrait pas soutenir la motivation à l'enseignement. Ceci supposerait nécessairement plusieurs changements dans leurs conditions de travail actuelles, notamment des changements comme la possibilité de congés sabbatiques plus ou moins longs, la possibilité de participer à une équipe de recherche (comportant, par exemple, des professeurs d'universités, mais aussi des collègues), un certain allègement des tâches d'enseignement, etc. Je sais que ces changements sont insuffisants, et qu'ils ne seront pas faciles à introduire, mais je crois qu'ils méritent au moins d'être étudiés.

Une autre piste à suivre : ne pourrait-on tenter de lier dans une plus grande mesure l'enseignement des sciences à la réalité quotidienne des élèves et au contexte régional dans lequel ils vivent? Ceci ne signifierait pas qu'on réduise l'enseignement à une espèce de papillonnage décousu autour des phénomènes naturels et culturels qui peuvent se présenter au gré des fantaisies de chacun, mais bien qu'on amorce et qu'on greffe certains objets d'études à certaines réalités quotidiennes que peuvent rencontrer les élèves. Et en plus, qu'on tente de faire participer les élèves à des projets qui permettraient de concrétiser leur apprentissage. Évidemment, une telle optique supposerait des changements majeurs dans les programmes, notamment au niveau de leur densité. Les élèves n'en « verraient » sans doute pas autant, mais au moins ils apprendraient quelque chose de significatif et d'utile. Alors que présentement...

Ne faudrait-il pas aussi considérer un changement en profondeur des examens actuels afin qu'ils correspondent davantage aux objectifs qu'est censé poursuivre l'enseignement des sciences? Actuellement, ils ne servent essentiellement qu'à estimer dans quelle mesure l'élève a pu *retenir* (pas nécessairement assimiler) certaines données factuelles, et dans quelle mesure il sait appliquer des formules toutes faites, si ce n'est tout simplement dans quelle mesure il a su développer une technique de réponse à des tests à choix multiples! Je connais la difficulté à surmonter pour résoudre ce problème, mais la qualité de l'enseignement me semble en dépendre. Alors...

Dans la même veine, ne pourrait-on atténuer l'impact du « jeu des notes », qui fait que ces dernières ont une valeur instrumentale nettement plus grande que l'apprentissage. On pourrait à cette fin noter les élèves davantage en fonction de leurs réalisations, qui manifesteraient davantage leur capacité heuristique (en terme d'habiletés et d'attitudes), que de leur aptitude à se conformer aux directives. Je ne dis pas qu'on doive faire abstraction des connaissances comme telles, mais je crois que celles-ci devraient perdre le haut du pavé... du moins en principe, puisque en fait

ces connaissances ne constituent bien souvent qu'un fragile vernis qu'il faut rafraîchir, sinon refaire au complet, tous les ans!

Enfin, ne devrait-on pas accorder une place importante à l'aspect humain de la science. Par aspect humain, j'entend non seulement les personnes qui ont fait et qui font la science, et le contexte culturel dans lequel ils vivaient, mais surtout les répercussions sociales (souvent attribuables aux changements technologiques), positives autant que négatives, de la science; trancher aussi facilement entre le positif et négatif peut sembler simpliste, j'en conviens. À mon avis, il s'agit seulement de deux repères grossiers pour éprouver la valeur de ces répercussions. Je crois qu'il serait formateur pour les élèves d'être de temps à autre exposés à ce genre de question. Ceci favoriserait peut-être leur développement intellectuel et plus particulièrement le développement d'une certaine conscience sociale.

Je sais que ces quelques suggestions n'ont rien de vraiment original, mais reprises à la lumière des constatations effectuées dans le cadre de cette étude, elles éveillent peut-être maintenant une résonnance particulière. Je désire en terminant, exprimer toute ma reconnaissance envers ces enseignants et leurs élèves pour m'avoir permis d'apprendre autant à leur contact. Cette étude a été pour moi un véritable bain de réalité et un agent m'incitant à m'engager dans l'action quotidienne de l'enseignement des sciences. Je souhaite à mon tour que ce rapport puisse contribuer non seulement à l'amélioration de l'enseignement des sciences mais encore à l'éducation générale des jeunes à l'intérieur de nos polyvalentes. J'aurai alors l'impression d'avoir véritablement répondu à la confiance que tous m'ont témoignée.

Notes

1. Chamberland, Claire. *L'étudiant conformiste et l'enseignement du français au CEGEP : Une étude de rôles, Recherches sociographiques*, septembre-décembre 1980, vol. 21, n° 3, p. 283-316.

IX. L'enseignement des sciences à l'école secondaire des Prairies

Glen Aikenhead

L'école

Les élèves de 9e année de l'école des Prairies viennent d'une école élémentaire qui offre les cours de la maternelle jusqu'à la 8e année. L'école des Prairies constitue un milieu social tout à fait nouveau pour les 500 à 1 000 élèves qui la fréquentent. À la rentrée, on organise diverses activités comme des pique-niques et des danses pour faciliter l'intégration des nouveaux élèves. Issus de familles aisées de la classe moyenne, les élèves font preuve de savoir-vivre, et parfois même d'entrain, dans les corridors de l'école. Rien ne m'était plus agréable que de me mêler à la foule des élèves entre deux (périodes de) cours et de voir certains d'entre eux me saluer les premiers. Les élèves ont l'occasion, pendant la journée, de se rendre à pied ou en voiture à un centre commercial du voisinage. Bien que certains profitent de toutes les possibilités qui leur sont offertes pour « prendre le large », de nombreux autres font de l'école le centre de leur vie sociale. L'école offre un grand nombre d'activités socio-culturelles comme des sports, des ateliers d'art et des clubs de toutes sortes.

Il serait peut-être plus juste de dire que ce sont les enseignants qui offrent ces activités, plutôt de dire que ces activités sont offertes par les enseignants. On compte sur eux pour jouer un rôle d'animateur pendant deux à quatre heures par semaine. Ces responsabilités s'ajoutent aux autres fonctions qu'on attend généralement d'eux : préparer les cours, rassembler tout le matériel nécessaire aux laboratoires en ayant recours à l'occasion à des ressources de l'extérieur, donner un coup de main aux élèves

dans leurs études ou les aider à préparer des expositions scientifiques, faire partie de comités professionnels à l'échelle de l'école, de la province ou du pays, et organiser des oeuvres de charité en collaboration avec les élèves. L'enseignement en classe ne constitue donc qu'une partie de la charge de travail quotidienne des enseignants qui, de leur plein gré, ont donné de leur temps pour participer à l'étude de la situation dans leur école, alourdissant ainsi la tâche déjà lourde qu'ils assumaient. Je me suis non seulement senti accepté, mais je me suis trouvé tout à fait chez moi à l'école, grâce à la curiosité et à l'enthousiasme que les enseignants ont manifestés pour l'étude dès le tout début, à leur empressement à accepter que j'entre sans prévenir dans les salles de cours, à la franchise et à la sensibilité qui les animaient lorsqu'ils me parlaient de leurs méthodes d'enseignement, enfin à l'analyse sérieuse qu'ils ont faite des activités que nous avons partagées.

Les enseignants qui ont participé à l'étude ne sont pas des nouveaux venus dans la profession. Le personnel enseignant de l'école des Prairies compte de 5 à 22 ans d'expérience, la majorité ont plus de dix ans d'expérience. Un seul des enseignants n'a pas de baccalauréat en Éducation et trois détiennent un diplôme de 1er cycle en sciences. Deux sont titulaires d'une maîtrise en éducation et un, d'une maîtrise en sciences. Certains enseignent, outre les sciences, les mathématiques, l'anglais, les arts ou la géographie. D'autres, en plus de donner les cours de physique, de chimie et de biologie dans les classes supérieures, enseignent également les sciences physiques en 9e année et la chimie en 10e. Les classes comptent de 14 à 34 élèves, et la moyenne est de 27 élèves par classe. On y retrouve dans la plupart des cas un nombre égal de garçons et de filles.

Au cours des entretiens que j'ai eu avec les professeurs de sciences, il n'a été question des guides pédagogiques établis par la province qu'à une seule occasion. Les enseignants adaptent ces guides à leurs propres méthodes d'enseignement. Seul le guide pédagogique de la 10e année n'a pas été adapté. La province vient d'approuver une méthode d'enseigner les sciences physiques qui met l'accent sur la chimie plutôt que sur la physique. Ce nouveau programme de 10e année, intitulé *Physical Science: An Introductory Study*, a remplacé divers programme (de 10e) dans toute la province. D'après l'un des enseignants, la manière dont est rédigé le programme de la 9e et de la 10e année ou la façon d'aborder la matière qu'on a retenue n'a pas vraiment d'importance, ce qui compte c'est que les élèves font des sciences. Un autre enseignant se dit consterné devant le nouveau programme et se plaint que certaines des expériences du manuel ne fonctionnent pas correctement. Néanmoins, il aime se servir du manuel parce qu'en plus d'enseigner les sciences, il peut initier ses élèves à l'art de la lecture, en leur montrant par exemple comment extraire l'idée principale d'un paragraphe. Certains enseignants appliquent le manuel à la lettre parce qu'ils ne le connaissent pas encore assez, mais la plupart s'en servent uniquement comme point de départ. Cependant, chaque enseignant utilise le manuel, et d'une manière toute personnelle. L'un d'eux m'a

déclaré qu'il adapte le manuel « à l'atmosphère de la classe, à la personnalité des élèves et à leurs connaissances. » Il sait si bien le faire que certains de ses élèves pensent qu'il est « trop futé pour être professeur. »

Au début, les professeurs de sciences espéraient que l'étude de cas leur permettrait d'évaluer l'efficacité de leur enseignement. Je n'ai pu répondre à leurs attentes. Il ne m'a pas été possible d'évaluer le rendement de chacun parce que l'étude de cas ne porte pas sur les enseignants et qu'elle n'a pas été conçue pour être utilisée à des fins d'évaluation. Il s'agit plutôt d'une étude de cas sur l'enseignement des sciences à l'école des Prairies à laquelle chaque enseignant apporte sa contribution. Ce n'est qu'en rassemblant toutes les pièces qu'on peut reconstituer le tableau. Celui-ci ne peut décrire la méthode d'enseignement d'une seule personne puisqu'il représente l'ensemble de la situation.

De même, les enseignants n'abordent pas tous les sciences de la même façon. Par exemple, dans sa classe de 9e, M. Epp entame la première leçon intitulée : « Qu'est-ce que la science? » en présentant les hypothèses avancées par Aristote et par Galilée. Puis, il amorce une discussion sur la logique des annonces publicitaires à la télévision et sur les principes qui les sous-tendent . En guise de conclusion à cette tentative de relier les sciences à la vie de tous les jours, M. Epp déclare à ses élèves qu'ils pourront, en adoptant une démarche scientifique, comprendre les mécanismes des messages publicitaires. Au bout du corridor, dans une autre classe de 9e, M. Bews demande à ses élèves de lire la première leçon du manuel et de commencer la première expérience. Il ne discute pas de l'extrait à lire parce qu'il est d'avis « que les élèves savent déjà tout cela. » Il croit fermement que les élèves devraient plonger dans les sciences le plus tôt possible en faisant la première expérience. Ce jour-là, M. Epp n'a pas préparé l'expérience de la combustion d'une bougie, et M. Bews n'avait pas vérifié la compréhension de l'extrait du manuel par ses élèves. Chaque enseignant a donc choisi la méthode qu'il considère la plus apte à initier les élèves de 9e aux sciences. Chacun a fait vivre à ses élèves une expérience très différente fondée sur la même leçon du manuel.

Ce rapport est le reflet de tout ce que les enseignants m'ont confié sur des questions importantes de l'enseignement des sciences. Comme nous allons le voir, les opinions sont trés variées. La réflexion exigeait que j'examine de près, en même temps que les enseignants, les décisions qu'ils sont appelés à prendre consciemment et inconsciemment et, à un niveau encore plus abstrait, les principes et les impressions qui influent sur leurs décisions et même sur leurs objectifs. Mon rôle n'était pas de donner un sens aux événements auxquels j'assistais, mais plutôt d'amener les enseignants à comprendre d'eux-mêmes ce qui se passait. Le but premier de l'étude est de permettre au lecteur de mieux comprendre ce qu'est l'enseignement des sciences en donnant le point de vue des enseignants. Pour ce faire, j'ai regroupé les commentaires et les réflexions des enseignants sous un certain nombre de rubriques, qui m'ont permis de faire la part des choses en présentant les questions qui revêtent un plus grand intérêt pour les ensei-

gnants, et celles qui m'intéressent plus particulièrement. Toutes ces questions ont, je crois, leur importance dans l'enseignement des sciences à l'école des Prairies. Commençons par celle qui préoccupe peut-être le plus les enseignants, c'est-à-dire comment canaliser les diverses aptitudes manifestées par les élèves de leurs classes.

L'enseignement des sciences et les aptitudes des élèves

Les classes de sciences à l'école des Prairies sont de trois types différents selon les aptitudes des élèves. Les enseignants ont des exigences distinctes pour chaque type de classe. Cependant, tous les élèves, peu importe leur niveau, étudient le même manuel. Cette situation présente de nombreux avantages. En voici quelques-uns : les élèves peuvent passer plus facilement d'un niveau à un autre; la préparation des cours est plus facile et plus efficace à tous les niveaux, et cela confirme la valeur qu'on accorde au manuel.

Les élèves « brillants » de 9e année de M. Dareichuk ont étudié les chiffres significatifs pendant deux cours d'entraînement au calcul. À la fin de ces cours, les élèves devaient exprimer les nombres en notation scientifique (6 100 mètres donnent 6.1×10^3 mètres). M. Dareichuk compare cette façon de procéder à celle qu'il utilise dans le cours de physique de 11e année d'un groupe « moyen ».

M. Aikenhead : Pourquoi avez-vous décidé de traiter de notation scientifique et d'exponentielles avec vos élèves de 9e plutôt que de procéder comme vous le faites avec vos élèves de 11e?

M. Dareichuk : Premièrement, parce qu'ils devraient avoir plus de facilité. Et deuxièmement, parce que cela sera effectivement le cas, car la plupart d'entre eux utiliseront probablement beaucoup plus ce genre de faits plus tard. C'est pourquoi je leur communique des connaissances beaucoup plus précises.

M. Aikenhead : Cela modifie-t-il votre façon de concevoir les examens?

M. Dareichuk : Je dois faire attention de ne pas poser de questions qui demandent vraiment à réfléchir. Tout est très simple et ressemble beaucoup à ce qu'ils ont fait en classe; car, autrement, cela les embête vraiment... Ils n'aimeraient pas ce genre de questions (qui portent sur l'application des connaissances) car cette façon de procéder leur est étrangère. « Qu'est-ce qu'il faut faire? »... Vous devez établir certaines règles. « Voici comment vous devriez faire pour que tout fonctionne bien. » Vous obtenez ainsi d'assez bons résultats. Je leur expose les règles. Supposons que la question porte sur les miroirs convexes ou concaves. Je leur présente les étapes à suivre pour résoudre le problème. Je leur donne donc quatre ou cinq étapes et leur fournis les explications suivantes : « Bon,

nous travaillons maintenant sur les miroirs concaves. Que dit la question au juste? Faites votre diagramme et placez-y les différentes mesures sur lesquelles nous travaillons. Quelles sont les valeurs que vous connaissez et celles que vous ne connaissez pas? Faites la liste de ce que vous connaissez et de ce qui vous est demandé. »

Cette façon de procéder pas à pas (ou étape par étape) est évidente pendant le cours de physique de 11e de M. Dareichuk. Les trente élèves, autant de filles que de garçons, sont assis deux par deux. M. Dareichuk se sert d'un rétroprojecteur et d'un triangle en verre. Chaque couple d'élèves a devant lui un morceau de carton, des stylos à bille, un triangle en verre et un stencil reproduisant le contour du triangle et indiquant la façon précise de placer le triangle.

M. Dareichuk signale à ses élèves que les deux angles choisis pour l'expérience donneront de bons résultats puisqu'il n'y a aucun risque de confusion avec la réflexion interne. Il leur montre comment placer les épingles de manière à représenter les rayons lumineux. Puis, il leur indique, à l'aide du rétroprojecteur, à quoi doit ressembler leur diagramme (« juste pour vous montrer en gros comment cela fonctionne »). Il leur demande ensuite de prévoir comment la lumière va se comporter en faisant référence à l'expérience sur la réfraction dans l'eau. Enfin, il revoit avec ses élèves les constructions géométriques et les calculs mathématiques qu'ils doivent faire pour déterminer l'indice de réfraction à l'entrée et à la sortie du prisme.

L'enseignant qui n'explique pas clairement chaque détail sème la confusion chez ses élèves. Les élèves « moyens » de 9e de M. Almon ont commencé à monter l'équipement nécessaire pour effectuer l'expérience du pendule sans avoir lu au préalable les instructions de leur manuel de laboratoire même si M. Almon avait bien insisté en classe pour qu'ils lisent ces instructions. Il a donc dû répéter les mêmes directives à chaque groupe et demander à certains élèves d'attendre qu'il les voie afin de les corriger ou de leur dire quoi faire. Lorsque j'ai demandé à M. Almon s'il aurait pu éviter ce problème en faisant lui-même l'expérience devant ses élèves, il a fait ces commentaires :

M. Almon : Je n'aime pas en général ce type d'expérience. Il arrive parfois que l'expérience soit si difficile ou que le groupe soit si faible que vous devez procéder ainsi. Par exemple, si ma classe est vraiment faible, je serai peut-être obligé de recourir à ce moyen. Mais dans certains cas, cela annule le but même de l'expérience.

M. Aikenhead : Que voulez-vous dire par là?

M. Almon : Eh bien, ils ne font pas vraiment toute la démarche d'eux-mêmes. J'effectue l'expérience à leur place. Ils ne font que répéter mes gestes sans vraiment réfléchir. Je veux réellement les amener à lire les instructions. Ils ont

fait des progrès, vous savez. Il y a une nette amélioration : ils lisent les instructions avec plus de soin et me prêtent une oreille plus attentive.

Il semble que l'enseignant essaie toujours d'en arriver à un compromis entre la réalisation d'un idéal, dans ce cas-ci que les élèves fassent eux-mêmes toute la démarche, et la réalité, c'est-à-dire adapter l'instruction aux aptitudes des élèves et les amener à s'améliorer de quelque façon que ce soit. M. Almon se montre bien disposé à prendre tout le temps nécessaire pour parvenir à cet équilibre avec son groupe d'élèves « moyens », mais il prévoit que cela ne vaudrait pas la peine avec un groupe d'élèves « faibles » sans tout faire à leur place. L'équilibre est précaire entre proposer un léger défi à un élève et le perdre complètement.

M. Epp : Vous voyez, c'est le dilemme dans lequel nous nous trouvons. Vous expliquez à vos élèves quelles observations ils doivent faire (en laboratoire) et à quelles conclusions ils doivent arriver. Cependant, ce n'est pas ce qu'ils font lorsqu'ils rédigent leurs rapports de laboratoire. Ils obtiennent des résultats tout à fait différents. Est-ce parce qu'ils ne m'ont pas écouté ou qu'ils croient que leur façon de procéder est la bonne, je n'en sais rien. Mais, ils devraient tous me remettre le même rapport. J'essaie bien de les aider, mais ils ne m'écoutent pas.

M. Epp ne voit pas comment il pourrait résoudre ce dilemme. Il a tout fait pour aider ses élèves, mais il y en a toujours qui font tout de travers.

J'ai eu vraiment l'occasion d'observer comment les enseignants s'y prenaient pour donner suite à leur perception des différentes aptitudes manifestées par les élèves. J'ai pu assister à trois versions de la même leçon donnée à des élèves de trois niveaux différents d'aptitudes lorsque M. Cheney a initié ses groupes de 11e année à la classification des espèces biologiques. Il avait demandé au préalable à ses élèves de rassembler des spécimens d'insectes. (Les élèves de niveau supérieur devaient ramener un insecte de chacun des dix ordres; les élèves de niveau inférieur avaient un moins grand nombre d'insectes à rapporter. Il leur avait donc donné la même tâche à effectuer, mais les exigences n'étaient pas les mêmes.) La leçon comprenait quatre grandes parties : transcrire des définitions écrites au tableau (règne, phylum, classe, etc.); discuter le procédé de classification des objets usuels, ce qui est une activité propre à l'homme; voir comment se fait le classement dans la vie courante (annuaire téléphonique, joueurs de volley-ball, produits du supermarché) afin d'en dégager les principales caractéristiques; et se servir du chien domestique, *Canis familiaris*, pour illustrer le genre, l'espèce, la famille, l'ordre et ainsi de suite.

Les élèves ont travaillé consciencieusement pendant toute la période sans se laisser distraire par les grandes photographies couleurs de fleurs qui ornaient l'un des murs de la classe, les illustrations du corps humain suspendues au-dessus des rayons d'ouvrages de référence et les spécimens empaillés ou conservés dans des bocaux. Du matériel traînait çà et là sur

la table de travail qui faisait toute la longueur de la pièce. La classe était visuellement attrayante et tout indiquait qu'ils s'agissait d'une classe de biologie.

Le premier cours auquel j'assistai s'adressait à un groupe d'élèves « moyens ». Après le cours, je me suis entretenu brièvement avec M. Cheney de ce qu'avaient été ses plans pour la journée, particulièrement en ce qui concernait ses élèves plus faibles.

M. Cheney : Ce n'est pas tout à fait clair dans mon esprit. J'aimerais leur faire comprendre certaines choses commme je viens de le faire avec ce groupe (au cours de biologie du groupe « moyen ») : la classification, son utilité et les principales règles qu'on peut en dégager. Mais, je sais très bien qu'ils ne comprendront pas toute cette démarche. D'ailleurs, cela n'a pas très bien marché avec ce groupe.

M. Aikenhead : Cependant, ils ont été attentifs.

M. Cheney : Mais mon premier groupe (celui des plus forts) a tout simplement *adoré* ça.....Je devrai donc adapter quelque peu ma façon de procéder (au groupe des plus faibles). Il me faudra insister davantage sur la deuxième partie de la leçon pour qu'ils saisissent vraiment ce qu'est la classification.

M. Aikenhead : Ce sera la même leçon, mais modifiée un peu.

M. Cheney : J'ai vraiment de l'affection pour ce groupe. Mais, je ne peux assurément pas procéder de la même façon qu'avec les autres et obtenir les mêmes résultats. Je dois me fier à mon instinct et voir ce qui se passe au fur et à mesure. Je n'évalue ce groupe que lorsque je vois le *produit* fini. Dans de nombreux cas, les expériences *n'ont pas avancé* pendant des heures et des heures. Mais, lorsqu'est venu le temps de remettre les travaux, bon nombre d'élèves étaient en avance sur leur temps, ce qui ne s'était jamais produit dans les autres groupes. Ils prennent donc du temps à démarrer, mais si vous êtes patient avec eux, il semble que vous finissiez par obtenir quelque chose. Il faut donc canaliser toutes ses énergies sur le produit et, par le fait même, leur en apprendre peut-être un peu plus sur la biologie.

M. Cheney a-t-il changé ses plans en cours de route? Considérablement! Les notes recopiées au cours de la première partie de la leçon sont tout à fait différentes. M. Cheney signale à ses élèves qu'il a résumé pour eux certains des renseignements contenus au Chapitre XIV. Les élèves ont recopié les notes avec autant d'application que les élèves plus forts. La deuxième partie de la leçon, qui sert d'introduction à la classification, ne dure que trente secondes comparativement à six à dix minutes dans les autres groupes. Puis, M. Cheney amène rapidement les élèves à décrire

le processus de classification des objets courants et à définir les critères utilisés. Il va d'un élève à l'autre pour les aider à se mettre en route. Cette activité et la mise en commun des réponses n'auraient pas pris plus de temps que dans les autres classes si M. Cheney n'avait pas ajouté d'autres objets usuels à la liste (journaux, annuaire de l'école). Il demande aux élèves, au lieu d'étudier *Canis familiaris*, de comparer certains groupes comme la baleine, le poisson et le cheval, ou la sauterelle, l'écrevisse et le homard, et d'essayer de découvrir les caractéristiques semblables. M. Cheney passe ensuite au rétroprojecteur et explique une clef permettant de différencier quatre objets usuels. Puis, il demande à la classe de choisir quatre élèves qui, en travaillant par équipes de deux, définiront des critères qui permettent de différencier les individus. Ils devront procéder comme avec des critères biologiques. Certains élèves ont tendance à retenir, en plus de la coiffure et de la couleur des cheveux, certains traits biologiques comme la virginité. L'activité dure environ quinze minutes et se termine avec la période de cours.

M. Cheney s'exprime différemment avec son groupe d'élèves plus faibles. Son débit est plus saccadé. Il met un certain effet dans chacune de ses phrases et n'hésite pratiquement jamais. Il use tout aussi souvent de son sourire désarmant qu'avec ses autres groupes. Cependant, il fait appel au renforcement positif. Lorsqu'il s'adresse à ses élèves plus forts, il laisse plus de place à la réflexion, lance moins d'affirmations et fait plus souvent référence à la biologie.

Les principes des enseignants

Plus tard au cours de la journée, je me suis entretenu avec M. Cheney de ses trois classes de biologie. Il m'apprend que le cours s'adressant aux plus faibles a été mis sur pied parce que le besoin s'en faisait sentir dans l'école. Les deux objectifs du cours sont d'amener les élèves à connaître leur environnement et de leur donner les connaissances et les mécanismes nécessaires pour interagir avec celui-ci. Lorsque je lui demande de comparer ces objectifs à ceux des cours pour élèves moyens et forts, il m'explique qu'il insiste sur le premier objectif avec les élèves plus faibles et sur le deuxième avec les autres élèves.

M. Cheney : Ils (les élèves plus forts) sont plus capables d'abstraction que les élèves plus faibles. Vous pouvez donc procéder de la même manière avec chacun des groupes, mais vous obtiendrez des résultats quelque peu différents. Vous pouvez également, à peu de choses près, utiliser le même style. J'en ai fait l'essai. Il semble que cela fonctionne assez bien... Supposons que vous ayez établi des étapes bien précises, les élèves commencent par y aller à tâtons, puis à un moment donné, leurs efforts font boule de neige et ils peuvent rattraper le temps perdu. C'est bien! C'est comme ça que cela devrait se passer.

M. Aikenhead : Ces étapes sont-elles mieux définies pour le groupe d'élèves plus faibles?

M. Cheney : Oui, effectivement. S'il le faut, je les guiderai à quelques reprises afin de leur faire voir « que tout cela cache vraiment quelque chose et qu'il suffit de faire un effort et de comprendre. » Mais le problème avec les élèves plus faibles est qu'ils n'ont pas de patience et qu'ils se laissent beaucoup plus aller à la frustration.

M. Aikenhead : Quel avantage voyez-vous, en tant qu'enseignant, à changer votre style de cette façon, c'est-à-dire à passer de propos subtils à un discours plus explicite? Comment cela peut-il servir?

M. Cheney : Eh bien, je vous ai dit ce matin que pour les élèves plus faibles il faut viser le produit fini. Si nous nous concentrons davantage sur le produit, cela contribue à créer un climat de confiance. Je suis content lorsqu'ils arrivent à faire quelque chose. Ils en sont heureux eux-mêmes. Cela leur donne un sentiment de satisfaction de savoir qu'ils peuvent y arriver. Ce n'est pas la peine de leur demander de faire quelque chose qui les dépasse – et croyez-moi cela n'est pas une question de répétition, d'exercice ou de quoi que ce soit d'autre. Comment peut-on obtenir des résultats s'il n'existe pas d'abord un climat de confiance? De cette façon, il y a au moins un certain nombre de choses qu'ils peuvent faire. Certains les feront même très bien... Le climat est agréable et le travail est tout de même sérieux.

Les enseignants modifient leurs méthodes en fonction des aptitudes diverses des élèves pour certaines raisons pratiques : pour des raisons de survie ou de fierté et pour le bien-être des élèves. Lorsqu'ils parlent du bien-être de leurs élèves, les enseignants pensent le plus souvent à la socialisation et à la préparation aux études supérieures. Alors qu'il me semblait que le même cours était donné à des groupes d'élèves de niveau différent, les enseignants affirmaient qu'ils avaient apporté des modifications importantes.

Comme nous l'avons vu plus haut, M. Cheney donne à ses trois groupes de biologie des exercices et des leçons semblables, mais il n'insiste par sur les mêmes points et a des exigences différentes pour chaque classe. M. Cheney semble tenir à ce que ses confrères aussi bien que ses élèves considèrent le travail qu'il propose comme « scientifique », c'est-à-dire relié à ce qui se fait en biologie à l'université où il a enseigné plusieurs années, ou encore préparatoire à la biologie de niveau universitaire. C'est ce que fait son groupe d'élèves plus forts. Il insiste pour que cela ne soit pas juste une illusion pour son groupe d'élèves plus faibles. Il est convaincu qu'ils peuvent adopter une attitude scientifique. Il peut même le prouver. N'ont-ils pas appris jusqu'à un certain point à faire de la classification? N'ont-ils pas appris dans une certaine mesure à concevoir et à utiliser une

clef biologique? N'étaient- ils pas fiers de leur collection d'insectes? Ils ont donc, dans le sens où l'entend M. Cheney, utilisé la démarche scientifique avec succès. M. Cheney est heureux, et ses élèves le sont aussi. Il n'a pas eu à modifier ses objectifs, mais plutôt la priorité qui leur est accordée. Il me semble que M. Cheney croit toujours à l'importance de la démarche scientifique.

De même, M. Almon accorde une très grande importance à la résolution de problèmes quantitatifs en physique. Selon lui, *Project Physics* ne faisait pas assez appel aux notions de mathématiques. Il utilise dans ses cours une version modifiée du PSSC (Physical Science Study Committee).

Pendant le cours de 12e année auquel j'ai assisté, M. Almon a expliqué en détail comment effectuer un problème de cinématique et comment choisir les bonnes équations. Il avait affiché en avant de la classe un carton sur lequel figuraient cinq équations de cinématique. Lorsque je me suis entretenu de la leçon avec lui, nous avons parié de l'importance de la solution de problèmes quantitatifs en physique.

M. Aikenhead : Commençons par une question générale. À quoi cela sert-il de faire des problèmes?

M. Almon : Je vous répondrai qu'il faut s'habituer à faire des problèmes afin d'acquérir certaines techniques qui pourront s'appliquer dans une foule de situations, tant en physique que dans le domaine scientifique, et qui pourront ensuite être transposées dans la vie de tous les jours. La cinématique est à la base de toutes les autres parties de la mécanique qui sont utilisées en physique, cette matière aidera donc les élèves à résoudre les problèmes auxquels ils devront faire face. Dans l'ensemble, la matière est probablement moins importante que les techniques acquises. Mais, la cinématique n'en reste pas moins essentielle.

M. Aikenhead : Vous avez fait référence à la vie de tous les jours. Comment cette façon de résoudre des problèmes peut-elle nous être utile dans le quotidien?

M. Almon : Eh bien, je crois que si l'on prend la peine de transcrire les données par écrit et de procéder avec une méthode lorsqu'on a un problème à régler, on trouvera habituellement une meilleure solution que ceux qui se contentent d'y aller à l'aveuglette.

M. Aikenhead : Voulez-vous dire que la résolution de problèmes de cinématique a des répercussions dans la vie de tous les jours?

M. Almon : Je crois que oui. Je ne dis pas que cela se voit immédiatement. Au cours de l'année, nous avons fait une foule de problèmes de toutes sortes, mais nous avons toujours utilisé la même technique de base. Je crois qu'effectivement il y a des répercussions. Il y en a eu pour moi.

> J'ai appris à résoudre des problèmes dans ma vie comme je résous des problèmes de physique. Je ne sais pas trop à quel moment le déclic s'est fait, mais cela s'est effectivement produit.

À mesure que la discussion se prolongeait, j'essayais de bien cerner l'importance des techniques de résolution de problèmes quantitatifs. Pour M. Almon, ces techniques servent en tout premier lieu à préparer les élèves à la classe supérieure. Je lui ai suggéré d'étudier, pendant son cours de physique, un problème courant comme l'achat d'une voiture. Mon idée n'a pas eu l'air de lui plaire, sans doute parce que cette activité ne vise pas à préparer les élèves à passer au niveau supérieur. Ce n'est pas vraiment de la physique.

Lorsque nous nous sommes entretenus du choix des questions d'examen, M. Almon était d'avis que les élèves qui éprouvent des difficultés dans les problèmes sur les applications de la science ont plus de facilité avec les questions de réflexion (c'est-à-dire les problèmes qu'ils doivent faire en classe et à la maison). Il estime que ce manque de compréhension par les élèves des applications de la physique est compensé par les techniques qu'ils acquièrent, selon lui, en apprenant à résoudre des problèmes. Il juge donc que les élèves qui peuvent résoudre des problèmes méritent de réussir son cours de physique. Placé devant l'alternative de modifier le programme pour que les élèves puissent répondre aux questions portant sur les applications des sciences (c'est-à-dire les questions qui n'exigent pas la résolution de problèmes quantitatifs) ou d'inclure dans l'examen des problèmes quantitatifs qui sont plus faciles à résoudre, M. Almon préfère la seconde éventualité. Il attache énormément d'importance à la résolution de problèmes.

M. Dareichuk accorde également une place à la résolution de problèmes dans sa « théorie de la physique ». À son premier cours, il aborde le sujet en demandant à ses élèves ce qu'est la physique. Il transcrit les réponses des élèves au tableau en les classant dans deux colonnes. Après avoir relevé toutes les réponses, il écrit le mot « Théorie » au-dessus de l'une des deux colonnes et « Applications » au-dessus de l'autre. Il indique aux élèves qu'ils étudieront d'abord la théorie, puis les applications inscrites au tableau. Lorsque je l'interroge sur l'utilité de traiter des applications de la physique dans son cours, il me signale que c'est ce côté pratique de la physique qui intéresse le plus les élèves, surtout les élèves d'aptitudes moyennes. Désireux d'en savoir plus, je lui demande ce qui arriverait s'il orientait avant tout son cours de 11e année pour élèves moyens sur les applications de la physique en ne donnant que de brefs aperçus de la théorie. D'après M. Dareichuk, les conséquences seraient de deux ordres. Premièrement, les professeurs (de l'école des Prairies) seraient dans l'obligation de modifier le contenu du cours de physique de 11e, ce qui ne leur permettrait pas de préparer efficacement les élèves aux études postsecondaires, qui sont axées sur la théorie. Deuxièmement, la théorie est la pièce qui retient tout l'assemblage, sans elle, on ne peut pas

expliquer les phénomènes physiques. Le cours fondé sur les applications quotidiennes des sciences ne permettrait pas d'atteindre ce champ restreint de connaissances. Pour M. Dareichuk, l'aspect théorique de la physique a non seulement une valeur pragmatique, mais également une valeur esthétique. Bon nombre des décisions qu'il prend dans le domaine pédagogique semblent être influencées par cette façon de voir les choses.

Les buts des cours de sciences

Comme nous l'avons vu jusqu'ici, l'enseignement des sciences à l'école des Prairies est axé sur le contenu (explication correcte des phénomènes naturels) et vise à donner aux élèves une base solide pour leurs études futures (préparation pour l'année suivante, pour les études à l'université ou dans les instituts techniques). Mais j'ai également constaté que des professeurs insistaient sur certaines particularités de la nature des sciences. (Je dois cependant avouer que les professeurs avaient tendance à me considérer comme un tenant de cette façon de voir). Nous avons en effet évoqué la possibilité que ma présence chez eux ait pu les inciter à enseigner davantage la nature des sciences qu'ils ne le font d'ordinaire. Cela dit, les commentaires suivants découlent de l'observation des cours qui, à mon avis et de l'avis des professeurs intéressés, sont représentatifs des cours qu'ils donnent habituellement.

J'ai assisté à la plupart des premiers cours de sciences donnés en septembre. Plusieurs professeurs ont commencé par demander à leurs élèves pourquoi on étudiait les sciences. M. Epp a obtenu les réponses classiques suivantes : « Pour comprendre la véritable signification du monde qui nous entoure » et « Pour acquérir des connaissances exactes ». Les élèves considéraient donc les sciences comme une accumulation de connaissances qui permettent de faire la lumière sur les phénomènes de la nature. Dans la classe de M. Bews, un élève a répondu en riant qu'il suivait des cours de sciences parce qu'il y était obligé. M. Bews a donc formulé la question comme suit : « Pourquoi la société insiste-t-elle pour que les jeunes suivent des cours de sciences? » Cette fois, il a obtenu des réponses qui tenaient davantage compte de l'utilité des sciences pour la société.

Les professeurs et les manuels scolaires peuvent véhiculer de façon explicite des points de vue particuliers sur les sciences. Tous les professeurs de cette école transmettent implicitement ce genre de messages, mais plusieurs d'entre eux expriment explicitement leurs vues sur la nature des sciences. Ce sont les cours donnés par ces professeurs qui constituent la principale source de renseignements dans la présente partie de l'étude.

À un cours de biologie de 11e (année) pour élèves « moyens », M. Cheney a parlé des critères de classification et essayé de faire découvrir aux élèves les critères utilisés pour différencier les espèces animales des espèces végétales. Voici comment il a abordé la question :

« Il y a, sur la couverture de votre manuel, un organisme vivant très

intéressant qui utilise la lumière pour produire sa nourriture. Sa classification pose un véritable problème. Est-ce une plante ou un animal? Voilà qui vient ébranler quelque peu nos petits critères bien définis. Mais, malgré tout, ces critères demeurent utiles pour la plupart. »

Cette insistance sur le caractère utile des connaissances scientifiques plutôt que sur leur véracité se manifestait sous plusieurs formes et à de nombreuses occasions dans les cours de M. Cheney. Par exemple, pour renforcer la motivation d'un élève qui avait dit trouver utile l'étude du système de classification des organismes vivants parce que cela permettait de classer les choses dans l'ordre, M. Cheney a inscrit au tableau en lettres majuscules « TRÈS UTILE ». À un cours de 10e année où il discutait des résultats d'une expérience sur la solubilité qui exigeait l'emploi de graphiques, M. Cheney a fait l'observation suivante : « Comme vous le voyez, un graphique nous donne une foule de renseignements utiles. Dans le domaine des sciences, on tente chaque fois que cela est possible de présenter ses résultats au moyen de graphiques. Un graphique est une image qui est très utile pour les calculs. »

J'ai parlé avec M. Cheney de la façon dont il avait utilisé l'illustration de la couverture du manuel et de la réaction des classes d'élèves plus forts.

M. Aikenhead : Il y a un élève qui a demandé de quoi il s'agissait au juste. Les élèves voulaient donc connaître la véritable nature de l'organisme. Et vous avez répondu qu'on ne pouvait classer cet organisme, sans plus d'explications.

M. Cheney : Oui, les élèves n'aiment pas ça (il rit). Ceux qui ne sont pas prêts à faire un effort de réflexion n'aiment pas ça. Ceux qui veulent bien réfléchir un peu ne s'énervent pas devant ce genre de réponse et viennent vous en reparler plus tard; même si c'est vous qui devez ramener le sujet, ils auront au moins réfléchi à la question. Et il y en a d'autres pour qui c'est la confusion totale. Mais lorsque j'ai utilisé cet exemple avec mon groupe d'élèves forts, il n'y en a pas un qui a posé ce genre de question.

M. Aikenhead : Qu'est-ce que ce genre d'exercice apprend aux élèves sur la nature des sciences?

M. Cheney : Eh bien, j'essaie toujours de leur faire comprendre que les sciences n'ont pas réponse à tout. Mais je pense que, comme la plupart des gens, ils attendent plus des sciences que ceux qui appartiennent au monde des sciences.

M. Dareichuk a abordé explicitement la question de la nature des sciences dans sa classe d'élèves forts de 9e en leur faisant faire des lectures sur les observations scientifiques, les preuves directes et indirectes, la conception d'expériences, les variables dépendantes et indépendantes, les conclusions, les hypothèses, les généralisations et les modèles. Les élèves, divisés en petits groupes, ont discuté de ces sujets pendant plusieurs jours

et ont ensuite passé un examen écrit. Mais M. Dareichuk a été déçu des résultats. Lorsqu'il a revu l'examen en classe, il a repris attentivement tous les sujets. Au cours d'une discussion sur la nature des modèles scientifiques, il a encouragé les élèves à donner leurs idées sur la question. Puis, à partir des idées exprimées par les élèves, il a expliqué le sens de modèle scientifique. À l'examen, les réponses des élèves étaient souvent trop imprécises et ne répondaient donc pas aux attentes de M. Dareichuk. Voici un échange entre M. Dareichuk et ses élèves au cours duquel il leur montre le genre de réponses qu'il attend d'eux.

M. Dareichuk : Pouvez-vous me dire ce qu'est un modèle?

Un élève : Une construction ou une reconstruction de ... (suite inaudible).

M. Dareichuk : Une reconstruction. Bien, mais c'est un peu vague. J'aimerais que vous soyez un peu plus précis.

Un élève : Une image mentale.

M. Dareichuk : Une image mentale. C'est toi qui as dit ça Judy? C'est bien. Maintenant, si on voulait...Nous avons dit que c'était une image mentale, mais comment pouvons-nous préciser cela davantage?

Un élève : Un modèle est quelque chose de semblable à une chose réelle, mais plus petit ou plus grand.

M. Dareichuk : D'accord. Dites-moi maintenant comment on construit ce modèle? Comment fait-on pour savoir si le modèle est semblable à l'objet réel? Quand vous dites que c'est une chose semblable à une autre, qu'est-ce que vous voulez dire?

Un élève : (Réponse inaudible)

M. Dareichuk : Bon, c'est en faisant des observations. Comment forme-t-on cette image mentale?

Un élève : Par un dessin approximatif ou une image approximative de quelque chose (suite inaudible).

M. Dareichuk : Que veux-tu dire? Qu'est-ce qu'une image ou un dessin approximatif?

Un élève : On a certaines connaissances ...

M. Dareichuk : Oui, mais tu dis que tu fais une réponse approximative, alors qu'est-ce que c'est une réponse approximative par rapport à une réponse improvisée?

Un élève : On sait quelque chose sur le sujet.

M. Dareichuk : Bien. On sait quelque chose.....Qu'est-ce qu'un atome pour vous? Comment pourriez-vous définir un atome?

Un élève : Tout ce qui nous entoure est composé d'atomes.

M. Dareichuk : Tout ce qui nous entoure est composé d'atomes. Bon, qu'est-ce qu'un atome alors?

Un élève : Ils ont tous de petites (suite inaudible).

M. Dareichuk : Ils sont très petits. Tu voulais parler de petites particules, n'est-ce pas? Je t'ai entendu mentionner les neutrons et

les protons. Cela nous apporte donc deux autres idées différentes. Les atomes sont composés de petites particules et tu en as mentionnées au moins deux. Y a-t-il autre chose?

Un élève : Ils sont entourés d'électrons.

M. Dareichuk : Ils sont entourés d'électrons. Voilà, tu viens de mentionner un autre genre de particule. Nous sommes en train d'ajouter des éléments à notre image. Et tu as parlé d'électrons qui entourent les particules, n'est-ce pas? Bon! Ce que je veux vous faire dire sur l'image mentale, c'est comment la forme-t-on cette image?

Un élève : (Réponse inaudible)

M. Dareichuk : C'est ça. Au moyen d'informations ou d'une série d'idées. Donc il nous faut beaucoup d'idées pour pouvoir élaborer un modèle. C'est la même chose avec ce modèle-ci. La plupart d'entre vous aviez déjà entendu parler de modèles de différentes sortes. Vous dites qu'un modèle est habituellement une réplique plus grande ou plus petite que l'objet réel, mais je voulais vous faire prendre conscience qu'un modèle n'est pas nécessairement un objet concret ou un objet à trois dimensions. Il peut s'agir tout simplement d'une suite d'idées.

J'ai remarqué qu'au cours de chimie du groupe d'élèves forts de 11e année, le professeur, M. Bews, exprimait des idées sur la nature des sciences plus souvent que dans les autres cours. La classe avait recueilli des données, qui une fois reportées sur un graphique, laissaient voir une relation entre la pression et le volume du gaz. Selon M. Bews, les expériences de laboratoire avaient pour effet de faire retomber les élèves sur les « rails » du travail quantitatif. Pendant notre entretien avant le cours, il a noté que le compte rendu de laboratoire était un exercice mathématique, mais qu'il désirait malgré tout faire réfléchir les élèves à la relation qui existe entre les mathématiques et les phénomènes naturels. Il a toutefois admis que les élèves se contenteraient sans doute de ce simple aspect mathématique. Au cours de ses échanges avec les élèves, M. Bews faisait souvent des commentaires sur la nature de la science. En voici un exemple :

M. Bews : Bon, maintenant, essayons de trouver la relation entre le volume et la pression du gaz, pour un échantillon donné. Avez-vous d'autres observations à formuler? (Pause – aucune réponse) Quelque chose auquel vous n'avez pas fait attention, mais qui vous reviendra sans doute si vous réfléchissez bien? (Pause – aucune réponse) Vous avez fait cette expérience avec une quantité connue d'air en gardant quoi constant? Ça commence par la lettre T.

Un élève : Température?

M. Bews : Température! (M. Bews montre sur le graphique au tableau

la ligne droite représentant P par rapport à 1/V) Si on prolongeait cette ligne, qu'est-ce qu'on se trouverait à faire? Qu'est-ce que cela voudrait dire? Il n'y a pas de données ici (partie en blanc sur le graphique). Pourquoi pourrait-on prolonger la ligne? Parce qu'on fait des suppositions. Qu'est-ce qu'on suppose?

Un élève : (Il mentionne que le reste des valeurs suit la moyenne.)

M. Bews : Êtes-vous absolument certain que c'est ce qui se passerait?

Un élève : Passablement sûr.

M. Bews : Êtes-vous absolument sûr?....Vous émettez une hypothèse, et il faut bien comprendre ce que ça signifie. Lorsque vous prolongez la ligne au delà de ce que les données dont vous disposez vous le permettent, est-ce que vous ne supposez pas (inaudible)? Et à partir de là? Attention, c'est très, très, très significatif; ce point (il pointe l'ordonnée à l'origine) représente quelque chose. Il ne faut pas seulement placer un point, il faut aussi s'assurer qu'on comprend ce qu'il représente, qu'il a un rapport avec la réalité... Maintenant voyons la représentation de 1/V par rapport à P sur le graphique. Qu'est-ce que ça donne, Lisa?

Lisa : Ça donne une ligne droite.

M. Bews : Est-ce que c'est vraiment ce que tu as obtenu?

Lisa : Oui Oui.

M. Bews : Parfaite?

Lisa : Non.

M. Bews : Une droite, qui n'est pas parfaite. Eh bien, pourquoi pas? Es-tu parfaite Lisa?

Lisa : Non.

M. Bews : Est-ce que cet appareil est parfait?

Lisa : N o n .

M. Bews : Est-ce que je suis parfait, moi?

Des élèves : (Éclats de rire)

Un élève : Est-ce seulement à cause d'une erreur que nous n'avons pas obtenu une ligne droite? (L'élève montre son graphique dans lequel seulement un point sur cinq n'est pas aligné.)

M. Bews : Bon, voyons ça.

Un élève : J'ai fait une erreur.

M. Bews : Tu as fait une erreur? Peut-être que ce sont eux qui ont fait une erreur!....On ne peut être sûr d'avoir le bon résultat avant d'avoir rassemblé une quantité innombrable de données. Mais cela prendrait énormément de temps. (Il rit.) La plupart des gens pensent qu'il faut obtenir une ligne droite. Dans le manuel, on dit qu'on est censé obtenir une ligne droite. C'est bien ça?

Un élève : Oui, il faut obtenir une ligne droite.

M. Bews : Vous êtes censés pouvoir tracer une ligne droite en joignant

la majeure partie des points. Je pense que c'est raisonnable, n'est-ce pas?

Au cours de l'échange qui a suivi, j'ai fait remarquer à M. Bews qu'il avait, pendant le cours, parlé d'hypothèses, d'observations, de signification, de précision et de justification. Je lui ai demandé si c'était une méthode qui lui était propre et si cela prenait beaucoup de son temps en classe.

M. Bews : Je pense bien que ma façon d'enseigner résulte de la réflexion que j'ai pu faire. Je ne crois pas que ce soit gratuit. Il m'arrive sans doute parfois de parler de quelque chose comme ça, sans que j'y aie pensé auparavant. Mais, les choses dont on a parlé, j'y crois.

M. Aikenhead : Il y a un temps pour découvrir et un temps pour (inaudible). Y a-t-il d'autres réflexions que vous n'avez pas eu l'occasion de communiquer? d'autres opinions sur les sciences?

M. Bews : Je crois qu'on a toujours intérêt à ne jamais rien considérer comme définitif. Je crois que c'est important. Et si les élèves ne parviennent pas à adopter cette attitude, il leur manquera quelque chose.

M. Aikenhead : C'est une constatation qu'on peut faire au cours d'une expérience. Il ne faut jamais rien considérer comme définitif.

M. Bews : Oui, et (inaudible) j'irais même plus loin. Il faut toujours pratiquer le doute à l'égard des questions qu'on aborde et aussi des renseignements qu'on communique aux élèves. Il vaut toujours mieux être prudent, éviter de choisir la première hypothèse séduisante, et juger avec circonspection de ce qui est vrai et de ce qui est faux et particulièrement dans le domaine des sciences. Il y a aussi les questions d'éthique. Pas quand on parle de la loi de Boyle. Il serait plutôt difficile de parler de morale à propos de la loi de Boyle, mais il y a des questions dans le domaine des sciences qui débordent le cadre purement scientifique.

Dans la même veine, en septembre, M. Epp déclare formellement que la science est action. « Nous sommes ici pour faire des sciences » indique-t-il à ses élèves. Et il poursuit en leur expliquant qu'un scientifique est une personne qui observe avec attention, qui élabore des conclusions et les communique aux autres. M. Epp compte parmi les rares professeurs qui mentionnent souvent des noms de scientifiques. Il expose ses idées sur les sciences à ses élèves, mais il veut que ceux-ci utilisent leur ordinateur personnel (c'est son expression pour désigner la mémoire) pour stocker toute une série de connaissances précises. Il insiste sur ce point lorsqu'il évoque la diminution des exigences à l'école et la détérioration des résultats scolaires, question dont je traiterai plus loin. L'importance qu'il accorde à l'acquisition de connaissances précises et à la capacité de fournir des expli-

cations ne transparaît pas uniquement dans les examens qu'il donne, mais également dans sa façon d'enseigner. En voici un témoignage.

M. Epp : Les particules se déplacent plus vite; alors elles s'éloignent de plus en plus les unes des autres. Les particules sont plus éloignées, alors qu'est-ce qui se passe?

Des élèves : (Nombreuses réponses inaudibles)

M. Epp : Qu'est-ce qui diminue?

Un élève : (Réponse inaudible)

M. Epp : Non.

Un élève : Les choses vont devenir (suite inaudible).

M. Epp : Non! (Pause). C'est exact. Oui, excuse-moi.

Un élève : L'attraction diminue.

M. Epp : Exactement.

Un élève : C'est ça.

M. Epp : Ne me donnez pas une réponse d'un élève de 9e du genre : « Elles occupent un espace plus vaste. » Dites-moi où et quel espace.

Un élève : Il y a plus d'espace entre les molécules d'eau donc les liquides occupent un plus grand espace que les solides.

M. Epp : C'est bien.

Un élève : Nous sommes en train d'apprendre quelque chose M. Epp.

M. Epp : C'est vrai. Vous allez vraiment réussir un jour.

Un élève : (Pose une question sur le prochain examen)

M. Epp : Vous avez tout dans votre ordinateur (il pointe sa tête du doigt). Il s'agit de tout mémoriser. Je peux aussi vous poser un autre genre de question comme, par exemple, qu'est-ce qui se passe et quand? (Pause) Qu'est-ce qui se passe lorsqu'on verse du chlorure de cobalt dans de l'eau? J'attribue trois points pour la réponse, car il se passe trois phénomènes. Donnez m'en un.

Un élève : Il se dissout.

M. Epp : C'est une réponse de 9e année. Vous êtes en 10e, n'est-ce pas?

Un élève : L'eau change de couleur.

M. Epp : Oui, voilà un point. Mais il n'y a pas que ça, n'est-ce pas?

Un élève : Non.

Un élève : Bon, il, heu...

M. Epp : Faites un effort, vous le savez.

Un élève : La couleur.

M. Epp : Quelle couleur?

Un élève : La couleur des liquides change.

M. Epp : Non, non, non et non!

Des élèves : (Simultanément) Les liquides se mélangent, se combinent, s'amalgament.

M. Epp : Quelle couleur?

Des élèves : Rouge, rouge écarlate.

M. Epp : Exact. Ou bourgogne ou pourpre.

M. Almon a nettement fait ressortir l'aspect empirique des sciences, lorsque je lui ai demandé ce que les élèves retiraient des expériences de laboratoire.

M. Aikenhead : Dans quelle mesure peut-on dire que la série d'exercices de laboratoire constitue une investigation?

M. Almon : On peut dire qu'il s'agit d'une investigation parce que les élèves ont fait leur propre expérience, même si un bon nombre ont utilisé des modèles établis antérieurement, c'est-à-dire des tableaux et d'autres choses du genre, ce qui à mon avis est d'ailleurs très bien; puis, ils ont dû appliquer les connaissances qu'ils avaient acquises à une situation nouvelle. Ils ont eu à réfléchir à de nouveaux aspects, mais juste dans une bonne mesure. Ils s'en sont bien tirés et ont appris beaucoup en passant d'une expérience à l'autre. Mais il s'agissait d'expériences très semblables. Ils ne connaissaient pas le résultat d'avance. Certains on fait des hypothèses erronnées au départ. Et d'autres sont allés jusqu'à tirer de mauvaises conclusions malgré leurs résultats parce qu'ils tenaient à ce que leurs hypothèses se vérifient. Je leur ai d'ailleurs signalé cette erreur.

M. Aikenhead : Mais, n'est-ce pas ce que font les scientifique?

M. Almon : (Rire, plus nerveux que jovial).

M. Aikenhead : N'est-ce pas ce qu'a été l'expérience dite de la « goutte équilibrée » de Millikan?

M. Almon : Je suppose que la première fois ça s'est passé comme ça.

M. Aikenhead : Vous voulez qu'ils soient logiques et qu'ils se fient à leurs données et pas à autre chose.

M. Almon : Oui. S'ils ne peuvent pas se fier à leurs données, ils devraient faire assez d'expériences supplémentaires pour vérifier leurs conclusions.

M. Aikenhead : Mais, de fait, certains grands scientifiques ne le font pas.

M. Almon : Eh bien, ce genre d'erreur peut provenir d'une mauvaise formation. À la longue, ça peut vraiment être dangereux. Il y a des scientifiques qui travaillent de cette façon et qui aboutissent aux mauvaises conclusions. En général, il faut éviter cette attitude, parce que les bons résultats ne sont pas suffisants pour compenser les mauvais. Il y en a tellement eu. On peut citer, par exemple, les [illegible]s que l'on fait pour vérifier la sécurité des produits. Il y a tellement de tests de ce genre qui peuvent être faussés, et c'est le public qui en souffre, pas uniquement la science.

M. Almon ne semble pas donner à ses élèves l'occasion de faire des expériences propres à montrer toute la complexité de la recherche scienti-

fique. Il leur fait plutôt faire des expériences qui tendent à montrer les conditions idéales de la recherche scientifique, c'est-à-dire une recherche dont les conclusions sont tirées en toute logique des données de départ.

Outre les différentes valeurs à inculquer au sujet des sciences, il y avait chez les professeurs une autre inquiétude. En effet, ceux-ci considéraient que le temps qu'ils prenaient pour commenter l'objet des sciences en général empiétait sur le temps qu'ils devaient consacrer à l'enseignement de la matière proprement dite, et que cela pouvait nuire aux élèves. Cette inquiétude s'est manifestée pendant que je discutais avec M. Dareichuk des diverses façons dont les élèves pourraient faire l'expérience de laboratoire sur la réfraction; l'investigation avait été alors envisagée.

M. Aikenhead : Si l'on fait une hypothèse, on peut ensuite prévoir ce qui va arriver...Mais il faut beaucoup de temps, d'essais et d'erreurs pour y arriver.

M. Dareichuk : Oui, et faire des essais pour voir. J'y ai réfléchi, mais c'est fastidieux de les initier à cette méthode et de leur demander toujours plus d'efforts pour qu'ils finissent par devenir plus efficaces. Pour ma part, je n'ai pas encore réussi à trouver le moyen de les faire persévérer dans leurs efforts, jour après jour. Et finalement la fin de l'année arrive et je m'aperçois que j'ai passé tout mon temps à essayer de les faire travailler de cette façon. Je pense bien que je devrais consulter quelqu'un qui est capable d'arriver à de bons résultats avec cette méthode.

M. Aikenhead : C'est très difficile de couvrir le programme

M. Dareichuk : Oui c'est une autre difficulté. Premièrement parce que les élèves ont besoin de beaucoup de temps pour essayer de mettre de l'ordre dans leurs idées et pour savoir comment s'orienter. Et, en plus, je pense qu'on peut utiliser son temps de façon beaucoup plus efficace. Ils peuvent arriver à quelque chose si on les incite constamment à réfléchir, à essayer de tirer des conclusions, etc. Je sais qu'ils s'intéressent moins à la méthode inductive, mais justement nous trouvons que c'est beaucoup moins efficace. Et nous n'avons pas tellement le temps dans nos cours pour favoriser cette méthode.

Technologie

Tous les professeurs ont évoqué le rapport entre les sciences et leurs applications techniques lorsqu'ils ont discuté de leur enseignement, mais ils insistent rarement sur cet aspect en classe. M. Dareichuk, pour sa part, estime que s'il s'attarde trop à cet aspect, il peut nuire à la qualité de son cours de physique. Toutefois, il aborde quelquefois ce sujet en classe. Quant à M. Cheney, il fait des digressions et donne des exemples d'interaction entre les sciences et la technologie; par exemple, comment le microscope est venu modifier les systèmes de classification. Il donne aussi de nombreux exemples d'applications techniques dans le domaine de l'envi-

ronnement. Il semble pouvoir ainsi atteindre plus facilement l'objectif qui lui tient à coeur : faire apprécier la nature à ses élèves.

M. Almon a précisé son point de vue sur le temps qu'il accorde à la technologie dans ses cours. Il venait d'exposer à ses élèves les raisons qui justifiaient l'utilisation de calculatrices pendant le cours de physique, et avait terminé en signalant l'utilité de cet appareil dans la vie de tous les jours. Je me suis alors demandé s'il serait possible de présenter aux élèves d'autres aspects de la technologie en procédant de la même façon.

M. Aikenhead : Est-ce qu'on ne pourrait pas utiliser le même argument pour mettre sur pied un atelier d'optique comprenant des caméras, des microscopes et autres appareils à laser dans le but d'apprendre aux élèves les rudiments de la technique et de leur communiquer en même temps des notions de science?

M. Almon : Oui, absolument. C'est très difficile cependant à cause du matériel nécessaire. J'essaie de le faire dans la mesure du possible. Par exemple, nous avons traité de réfraction, d'angles limites et de choses du genre. Cela nous a amené à parler des fibres optiques et j'ai acheté pour 5 $ une lampe à fibres optiques qui permettait de voir des angles limites. Je pense qu'il est très important que les jeunes se familiarisent dès maintenant avec le sujet.

M. Aikenhead : Lorsque vous prenez du temps pour travailler avec des fibres optiques en classe, il vous en reste moins pour étudier la physique.

M. Almon : Bien sûr.

M. Aikenhead : Certaines personnes objecteraient aussi que c'est une démarche moins rigoureuse que de donner des problèmes à résoudre. J'aimerais savoir ce que vous pensez des arguments invoqués pour justifier l'utilisation des calculatrices, et du fait de traiter de technologie en classe.

M. Almon : Eh bien, je crois que les élèves peuvent mieux saisir les problèmes, une fois qu'ils en ont vu une application concrète. Si j'avais fait toute une série de problèmes sur les angles limites sans qu'ils n'aient jamais vu de quoi ça a l'air... ils auraient fait une foule de choses abstraites qui ne leur auraient strictement rien dit.

M. Aikenhead : Alors vous croyez que ça vaut quand même la peine de prendre le temps de faire ce genre de démonstrations?

M. Almon : Oui.

M. Aikenhead : Ça ne doit pas être facile cependant pour un professeur de déterminer combien de temps il lui faut consacrer à des activités qui ont pour but de motiver les élèves.

M. Almon : Oui.

M. Aikenhead : Et quand décidez-vous de mettre fin au travail de moti-

vation et de replonger les élèves dans leurs cours de physique?

M. Almon : Je ferais ce genre d'activités pendant tout le cours si j'avais le matériel nécessaire et je leur ferais faire leurs mathématiques à la maison. Mais je n'ai ni le matériel, ni les connaissances nécessaires. Quand ces élèves reviennent vous trouver, deux ou cinq ans plus tard, pour vous demander de l'aide pour comprendre les notions de physique et les problèmes qu'ils étudient à l'université, c'est ce genre de choses dont ils se souviennent. Ils se souviennent des démonstrations et même des notions théoriques qui y sont rattachées. Mais ils oublient toutes les équations.

M. Aikenhead : Ainsi, cela vous donne le sentiment d'avoir fait quelque chose pour eux.

M. Almon : Oui, et j'aime bien sentir dans la classe un petit peu d'enthousiasme et d'ardeur pour l'étude des sciences.

M. Almon estime que les exemples puisés dans la technologie peuvent stimuler l'intérêt des élèves, et permettent d'établir des rapports concrets entre la théorie et les phénomènes de tous les jours. Cependant, il n'étudie en classe que les phénomènes ou les techniques qui servent d'exemples à la matière du cours : par exemple, les phénomènes des arcs-en-ciel, des halos et des mirages, et l'utilité des télescopes et des microscopes dans le cadre de l'étude de la réfraction. J'ai noté que M. Almon considérait la technologie comme une source dans laquelle il pouvait puiser des exemples pour démontrer de façon concrète des principes abstraits, alors qu'une conception plus large pourrait englober les aspects de la technologie avec lesquels les élèves sont en contact dans la vie de tous les jours. M. Almon trouve cette dernière façon d'envisager la technologie trop compliquée; s'il y souscrivait, il risquerait de s'éloigner de la physique proprement dite. M. Almon voit dans les simples démonstrations à caractère technologique un instrument de motivation qu'il utilise dans toute la mesure possible. Mais comment fait-il pour que cette formation pratique n'empiète pas sur le temps requis pour couvrir le programme?

M. Almon : Eh bien, je crois que cela dépend de la somme de théories qu'on peut expliquer au moyen de ces démonstrations. Il faut aussi voir si l'intérêt que suscitent ces activités chez les élèves se traduit par des efforts accrus. Je ne peux pas dire que tous mes élèves utilisent leurs heures de cours efficacement pour l'instant. Mais je pense que plus vous réussissez à les motiver, plus ils vont être portés à tirer pleinement profit de leurs heures de cours. Et souvent ils seront mieux disposés à faire leur travail à la maison s'ils sont motivés à l'école.

M. Aikenhead : Alors, vous voulez dire que si vous n'essayez pas de rattraper quatre minutes de théorie ils travaillent plus fort à la maison?

M. Almon : Oui. Et cela ne les détourne pas nécessairement de l'étude de la physique. S'ils comprennent l'application d'un principe, ils peuvent réussir à résoudre un problème beaucoup plus rapidement...Vous savez, je regrette vraiment que pendant mes études à l'université je ne me sois pas familiarisé davantage avec les applications quotidiennes de la physique. Cet aspect-là faisait défaut. Je ne sais pas si c'est à cause de la méthode d'enseignement ou si c'est de ma faute. Peut-être que les mathématiques retenaient plus mon attention. Je réussissais bien en physique parce j'étais fort en maths. Mais je dois avouer que je ne comprends pas la physique (ses applications quotidiennes) aussi bien que je le souhaiterais.

Les sciences et la société

M. Bews a abordé la question des sciences par rapport à la société lorsque j'ai cherché à savoir, au cours d'un entretien, comment on pouvait amener les élèves à être prudents dans leurs jugements.

M. Aikenhead : Que vouliez-vous dire lorsque vous avez indiqué que les élèves devraient apprendre à être prudents devant certaines questions d'éthique?

M. Bews : Je ne pense pas que j'aie à aborder ce genre de considérations très souvent dans mon travail en général. Peut-être que je n'ai pas suffisamment réfléchi à la question. Ou peut-être suis-je incompétent. Je ne sais pas. C'est un sujet que je n'aborde qu'en passant. Je me pose des questions, et je n'ai pas vraiment de réponses, et je me demande s'il y a des réponses de toute façon.

M. Epp a tendance également à traiter certaines questions sans trop s'y attarder. Il a fait allusion aux publicités télévisées pour étudier la démarche scientifique. Lorsqu'il a abordé le sujet des substances « homogènes » et « hétérogènes » avec ses élèves, il s'est servi comme exemple du procédé d'homogénéisation utilisé dans les laiteries. Au milieu d'une discussion en classe portant sur les noms des éléments que les élèves auraient à retenir, on a mentionné le kalium (potassium) et M. Epp a fait une parenthèse pour parler des mines de sels de potasse de la Saskatchewan et du procédé spécial utilisé dans les mines de la ville de Kalium. Quelques jours plus tard, nous avons discuté de ce cours et de l'utilité des digressions. Selon M. Epp, l'aspect social des sciences n'est pas compris dans le programme d'études.

M. Aikenhead : Quel est le but des digressions que vous avez faites dans cette classe; par exemple les digressions sur les mines de sels de potasse et sur le lait homogénéisé?

M. Epp : J'essaie de soutenir l'intérêt des élèves. Si quelqu'un vous pose une question et que vous vous contentez de répondre que ça n'a rien à voir avec le cours, vous le démoti-

vez complètement. Je veux éviter cela. Je veux capter leur attention pour qu'ils posent des questions et pour qu'ils s'intéressent à ce que nous faisons. Je vois les digressions d'un oeil favorable parce que cela permet aux élèves de prendre la parole.

M. Aikenhead : Les digressions vous permettent donc d'atteindre ces buts.

M. Epp : Oui. Je pense aussi que les élèves doivent faire plus qu'apprendre à lire, à écrire et à compter... C'est une lourde responsabilité pour un professeur, car j'imagine bien qu'on peut influencer les élèves. Ils finissent par s'intéresser à ce que vous faites... Qu'est-ce qu'on fait dans une telle situation? On voit bien que c'est efficace de faire des digressions.

Toutefois, M. Epp a plus de difficulté à faire travailler les élèves plus faibles et, par conséquent, il ne discute pratiquement jamais des répercussions sociales des sciences dans ces classes.

Au cours d'une réunion des professeurs, M. Epp a signalé que les élèves n'étaient pas au courant de la controverse qu'avait soulevée le projet d'une raffinerie d'uranium, il y a environ deux ans à Warman en Saskatchewan. Je lui ai demandé s'il pensait que cette question aurait dû être étudiée dans le cadre des cours de sciences.

M. Aikenhead : Pensez-vous qu'il faille prendre le temps de discuter de ce genre de question en classe, par exemple en 10e année?

M. Epp : C'est absolument essentiel que nous le fassions. Après un débat de dix-neuf jours sur l'affaire de la raffinerie de Warman, il y avait encore tant d'ignorance sur l'énergie nucléaire que j'ai décidé de faire en sorte que quelques-uns de mes élèves de 10e puissent en discuter en connaissance de cause.

M. Aikenhead : Quelles sont les notions scientifiques que vous leur expliqueriez dans ce cas?

M. Epp : Par exemple, les gens s'inquiètent au sujet des pains d'oxyde d'uranium. Une dame voyait d'un mauvais oeil le transport des pains d'oxyde d'uranium dans la ville de Warman parce qu'elle craignait, s'il y avait un accident, que son mari devienne stérile... En fait, on peut recevoir plus de radiations d'une montre. Mais les gens l'ignorent et ils entretiennent ce genre de craintes.

Pendant que j'écoutais les réflexions de tous ces gens à Warman je me disais que, malgré leurs études secondaires ou même universitaires, ils ne comprenaient pas vraiment le problème. Alors j'aimerais que les élèves à la fin de leur 10e année ou à la fin de leurs études secondaires aient certaines connaissances, des connais-

sances générales pour comprendre ce qu'est la crise énergétique et tous les problèmes complexes qui s'y rattachent. Et tôt ou tard ils auront à se prononcer sur l'énergie nucléaire. Je crois que les gens devront un jour examiner ces questions...Il faut donc avoir certaines connaissances de base pour pouvoir donner son avis sur l'énergie nucléaire...Si les gens étudient ces questions à l'école, ils pourront plus tard se rappeler tel et tel aspect et se faire une opinion éclairée.

La plupart des professeurs, à l'exception de M. Epp, trouvent que les implications sociales des sciences ne constituent pas un sujet d'études assez concret pour l'inclure systématiquement dans leurs cours. Cependant, il parlent volontiers de ces questions avec les élèves en dehors des heures de cours. Il arrive souvent qu'on engage spontanément des discussions sur les théories de la création et de l'évolution dans le laboratoire de biologie après les cours. En général, les élèves trouvent que tous les professeurs sont très accessibles. Ceux-ci semblent tout à fait disposés à aborder avec les élèves des sujets ne figurant pas au programme d'études, mais non pendant les heures de cours, à moins que ces discussions ne contribuent à motiver les élèves ou n'apportent des éclaircissements à la matière étudiée.

Motivation et évaluation

Les enseignants de l'école des Prairies ont déclaré ouvertement que, du point de vue pédagogique, les sujets comme les répercussions sur la société des activités scientifiques et les applications technologiques soulèvent des difficultés. J'ai demandé à M. Bews de quelle façon il évaluerait les connaissances des élèves sur les implications sociales des activités scientifiques.

M. Bews : Quand je parle de ces sujets et que je donne un examen par la suite, je ne pose pas de questions là-dessus. Je ne crois pas que je le fasse, même si je n'exclus pas volontairement la chose. Je ne me demande pas : « Qu'est-ce que je pourrais bien leur demander pour vérifier s'ils pensent de telle manière? » J'opte plutôt pour le quantitatif.

M. Aikenhead : Vous êtes convaincu que cela est préférable?

M. Bews : Oui.

M. Aikenhead : Qu'est-ce qui vous empêche d'inclure des questions de ce genre dans vos examens?

M. Bews : C'est peut-être que je ne tiens pas vraiment à ce que les élèves s'attardent sur ces questions. S'ils s'y intéressent et que cela peut leur servir, eh bien, franchement, je n'y vois pas d'inconvénient. Le problème réside sans doute également dans le fait de porter un jugement sur ce qu'ils pensent, ce qui est très subjectif. Je préfère sincèrement

évaluer ce qui est quantifiable. Je pense qu'à ce moment-là, je peux être honnête et oublier mon point de vue personnel. Je ne sais pas. Sincèrement, je n'y ai pas réfléchi beaucoup.

M. Aikenhead : Le problème consiste donc à déterminer si ce qui a été vu en classe doit faire l'objet de l'examen...

M. Bews : Oui. Je passe beaucoup de temps, je dirais même la plupart de mon temps, à mettre l'accent sur l'aspect quantitatif de leur travail.

J'ai ensuite essayé de connaître le point de vue de M. Bews sur les questions de nature scientifique qui ne sont pas quantifiables objectivement, mais qui font plus appel à la subjectivité.

M. Bews : Je ne devrais pas me défiler quand il s'agit d'un sujet qui fait intervenir la subjectivité. Certains professeurs enseignent une matière qui ne met en cause que la subjectivité et ils s'en tirent très bien. Sans doute suis-je le seul responsable : je n'ai probablement pas acquis suffisamment d'assurance ou encore je n'ai pas assez de cran. Un point c'est tout.

M. Aikenhead : Mais où réside donc la difficulté dans le fait d'évaluer une matière subjectivement?

M. Bews : Pour être franc, il n'y en a sans doute pas. Il suffirait que je me remue le derrière et que je le fasse.

M. Aikenhead : Il faudrait que vous soyez très convaincu.

M. Bews : Pourtant, je pense que je le suis, mais je ne le suis pas. Je suppose que cela est contradictoire. Je suis effectivement convaincu que c'est important, mais ne me demandez pas d'y accorder une grande place dans mes examens.

M. Aikenhead : Il doit toutefois être possible d'expliquer ces contradictions.

M. Bews : Il est peut-être *plus facile* de procéder de l'autre manière. Tout en étant la plus facile, cette solution correspond également aux principes d'exactitude des problèmes quantitatifs auxquels la plupart des professeurs de l'école croient fermement.

M. Dareichuk utilise les examens à choix multiples parce qu'il les corrige habituellement en soirée et qu'il ne veut pas y consacrer trop de temps. S'il permettait aux élèves de justifier leurs choix, la correction des examens demanderait beaucoup plus de temps. Les expériences tentées par M. Dareichuk ont montré que seuls les élèves les plus « brillants » se donnaient la peine de justifier leurs réponses.

M. Dareichuk : J'ai effectivement utilisé cette méthode (justifier les choix des réponses) et elle s'est avérée valable pour les plus doués. Naturellement, les plus faibles ne devraient pas faire partie de ce groupe. En général, ils ne se prévalent pas de cet avantage. Ils choisissent une réponse et s'en

tiennent là. Mais certains des plus brillants profitent de cette occasion pour s'exprimer. Cela peut être une façon intelligente de s'en sortir... Une autre raison qui explique ma préférence pour les examens sans justification des réponses est qu'ils sont moins longs à corriger le soir à la maison.

M. Aikenhead : Il faudrait également diminuer le nombre de questions.

M. Dareichuk : Effectivement, les examens objectifs se corrigent plus rapidement que les examens à caractère plus subjectif.

Le point de vue de M. Almon est quelque peu différent : il accorde une partie des points aux élèves dont le raisonnement est logique, même si leur réponse finale n'est pas exacte.

M. Aikenhead : Est-ce une méthode que vous avez mise au point vous-même, ou bien avez-vous déjà fait personnellement l'expérience de ce genre d'examens?

M. Almon : Bon, peut-être cela ne m'est-il jamais arrivé de passer ce genre d'examens et que je le déplore. Il arrive souvent qu'en essayant de résoudre un problème de physique, on fasse une erreur de calcul stupide... Je ne donne plus d'examens à choix multiples. Au début, j'utilisais souvent ce genre d'examens parce qu'ils sont plus faciles à corriger..., mais je me posais des questions sur la valeur de cette forme d'évaluation. Des élèves très brillants rataient leur examen simplement parce qu'il s'agissait d'un examen à choix multiples. Maintenant, les élèves sont satisfaits de leurs résultats.

Dans ses groupes les plus forts, M. Epp avait prévu un certain nombre de digressions sur l'aspect social de l'activité scientifique. Toutefois, il est d'avis que ces digressions ne peuvent pas faire l'objet d'une évaluation parce qu'il les utilise uniquement à des fins de motivation. M. Almon et M. Dareichuk introduisent des digressions sur la technologie dans leur cours pour la même raison.

M. Aikenhead : Vous préparez les examens en fonction de ce qui a été vu en classe et devrait avoir été mémorisé facilement par les élèves.

M. Epp : Oui.

M. Aikenhead : Alors, en ce qui concerne les digressions, elles sont également très importantes pour les élèves qui sont en mesure de les aborder, c'est-à-dire les plus doués. Font-elles partie des examens?

M. Epp : Non. Il n'y a pas de questions sur les digressions parce qu'elles n'intéressent que certains élèves en particulier. Il se pourrait bien que les autres ne soient pas intéressés... Dans cette classe (groupe des élèves forts de 10e année), les gars se battent tous pour les notes : c'est ce qui importe pour eux. Ne me demandez pas pour-

quoi, mais il semble que notre société soit avide de compétition... Pour que je puisse poser des questions là-dessus, il faudrait que j'écrive tout au tableau et que je fournisse des explications. Il faudrait peut-être prendre cela en considération.

Bien entendu, les examens ne constituent pas la seule forme d'évaluation. M. Cheney indique comment il évalue les élèves sur l'aspect « subjectif » du domaine scientifique.

M. Aikenhead : C'est (la nature des sciences) quelque chose qui vous tient à coeur, semble-t-il, parce que vous y avez consacré du temps en classe. Est-ce que les connaissances des élèves sur ces sujets sont évaluées?

M. Cheney : Elles le sont effectivement de diverses manières. La plupart des enseignants cherchent à se ménager une porte de sortie. La seule chose qui intéresse les parents, ce sont les notes. Pourtant la plupart des élèves se rendent bien compte qu'il y a des choses plus importantes que les notes, mais ils jouent le jeu. En se réservant une échappatoire, l'enseignant peut tranformer un 47 en un 50 ou un 57 peut devenir un 60. Même si, quant à moi, les bonnes notes ne veulent rien dire, les parents peuvent y accorder beaucoup d'importance... C'est ainsi que j'applique un peu de vernis à l'intention des parents.

M. Cheney précise ensuite que ces formes d'apprentissage par les élèves ne se mesurent pas par un examen écrit, mais plutôt par la façon dont les élèves s'en tirent dans les laboratoires et les autres activités. Il est persuadé qu'au moyen d'échanges personnels avec les élèves, il peut évaluer leur capacité à faire des recherches et des raisonnements scientifiques.

Les buts des examens varient d'un enseignant à l'autre, selon le moment dans l'année scolaire où ils sont donnés. J'ai demandé aux enseignants quel était pour eux l'objectif des examens. M. Epp a répondu qu'ils permettent d'établir des critères à l'intention des élèves et de déterminer leurs points faibles. D'après les critères de M. Epp, les élèves doivent acquérir certaines connaissances *spécifiques*.

M. Aikenhead : Il me semble, à titre d'observateur, que vous accordez de l'importance à une forme d'apprentissage qui amène les étudiants à s'intéresser aux sciences. C'est ce que vous m'avez dit la première journée. L'intérêt des élèves est donc un objectif valable.

M. Epp : Oui.

M. Aikenhead : Par contre, on vous a collé un programme-cadre; ce programme contient des données précises. Pour ce qui est de l'évaluation et des critères, vous semblez avoir opté pour le programme. Vous accordez cependant plus d'importance aux connaissances qui découlent d'un intérêt pour les sciences. Ainsi, ce qui me rend perplexe,

c'est que lorsque vous faites allusion aux critères, vous les raccrochez à quelque chose qui vous est imposé plutôt qu'aux valeurs auxquelles vous croyez.

M. Epp : J'essaie de combiner les deux. C'est très difficile. Je ne suis pas satisfait de ce cours... Les élèves montraient plus d'intérêt pour l'autre cours. Ils commencent toutefois à s'y intéresser.

M. Aikenhead : De quelle façon pouvez-vous rendre compte d'un intérêt exprimé de façon tangible (pendant le cours). Ces critères sont-ils moins importants?

M. Epp : Bien sûr que non. Cela fait partie du processus d'évaluation. L'une des choses auxquelles j'accorde de l'importance est la réaction des élèves en classe. Quand je pose une question, ce sont toujours les mêmes qui lèvent la main pour répondre. Cela est déconcertant. J'aimerais que ce ne soient pas toujours les quatre mêmes élèves. Cela est difficile à évaluer, mais vous y pensez effectivement quand vous rencontrez les parents.

Comme la plupart des professeurs de sciences, M. Epp établit une distinction entre les activités scolaires qui ont pour but de *motiver* les élèves, et celles qui servent à les *évaluer*. Les activités qui visent à inculquer une démarche scientifique ou à examiner les implications sociales de la science ont pour objectif principal de motiver les élèves (c'est du moins le point de vue des enseignants) : ces activités ne sont donc pas évaluées. Les élèves doivent savoir quelles activités sont évaluées et lesquelles ne le sont pas. Le premier examen donné aux élèves au début de l'année fournissait aux élèves des raisons de faire cette destinction.

Le premier examen que M. Almon a fait passer à sa classe de physique semblait inhabituel; toutefois, il avait pour but de motiver les élèves.

M. Aikenhead : Vous avez dit aux élèves qu'il s'agissait du premier examen et qu'il ne serait pas difficile... Pourquoi?

M. Almon : Pourquoi commencer par un examen facile? Je crois que c'est l'expérience des années précédentes qui me dicte cette façon d'agir... Je pense également que la physique fait un peu peur aux élèves, même aux plus forts, et c'est encore pire s'ils échouent au premier examen... Si les résultats du premier examen sont faibles, ils ont la matière en horreur pendant tout le reste de l'année. Cela se vérifie d'autant plus avec les élèves faibles : ceux qui s'intéressent à la physique, mais qui échouent au premier examen se disent qu'ils ne perdront probablement qu'un seul crédit et qu'ils miseront sur la chance, mais ils sont certains de ne pas aimer ça.

Un grand nombre des activités scolaires prévues par M. Almon (échanges avec les élèves, utilisation de matériel, etc.) semblent viser avant tout à motiver les élèves. M. Dareichuk utilise une stratégie similaire pour obtenir

un équilibre entre les résultats des élèves, leur travail et leur automotivation.

M. Dareichuk : Je veux piquer leur intérêt... Certains réussissent très bien. D'autres ne fournissent pas suffisamment d'efforts.

M. Aikenhead : Cela influence-t-il votre façon de concevoir les examens?

M. Dareichuk : Bien sûr... Tout est très simple et ressemble beaucoup à ce qu'ils ont fait en classe; car, autrement, cela les embête vraiment.

Lors des discussions sur l'évaluation, les enseignants ont mentionné à plusieurs reprises l'importance des efforts fournis par les élèves. Plus tard, M. Almon est revenu sur le sujet, entre autres occasions, lors d'une discussion (qui a eu lieu par la suite et) qui portait sur l'entière liberté dont disposent les enseignants quant aux choix des questions d'examens et, par conséquent, de l'influence qu'ils ont sur les notes des élèves. M. Almon considère que ses examens doivent représenter un défi pour tous. Cependant, il doit veiller à ce que les notes accordées ne découragent pas les élèves. Il arrive à *équilibrer* les résultats des élèves en adaptant le contenu des examens, en essayant de motiver les élèves en classe par la récompense du travail accompli et en amenant les élèves à étudier de *leur propre initiative*. De plus, l'importance qu'attache M. Almon aux examens qui représentent un défi pour les élèves reflète son opinion selon laquelle, en sciences, la meilleure école secondaire est celle qui, tant au point de vue du contenu des cours que de la méthodologie, aborde les sciences comme on les enseigne à l'université. Cependant, à l'occasion, il faut accepter des compromis avec cet idéal (par exemple, poser des questions de compréhension faciles) afin de motiver les élèves en assurant leur succès. Ainsi, pour M. Almon, l'évaluation est source de contradictions. Selon lui, pour aplanir ces contradictions, il faut utiliser des compensations.

M. Almon : Il faudrait idéalement qu'un grand nombre d'élèves obtiennent un A.

M. Aikenhead : Pourtant, c'est vous qui préparez les examens. Vous pouvez donc déterminer à l'avance, jusqu'à un certain point, les résultats.

M. Almon : Je veux que mes examens permettent d'évaluer chaque élève. Tous sont évalués d'après ce qu'ils peuvent faire. Il y en a qui obtiennent tout de même le maximum des points. Je ne veux pas faire des examens qui ne demandent aucun effort de la part de certains. Je veux que tous fassent des efforts afin qu'ils progressent. Si j'enseignais suffisamment bien, tous les élèves auraient des A.

M. Aikenhead : Vous croyez que tous les élèves ont les capacités intellectuelles nécessaires pour y arriver?

M. Almon : Les capacités intellectuelles existent : il suffit de les exploiter.

M. Aikenhead : Vous voulez dire qu'il faut que ces élèves soient suffisamment motivés?

M. Almon : Oui, c'est une question de motivation.

M. Aikenhead : Que faudrait-il qu'ils fassent, une fois qu'ils sont suffisamment motivés, pour obtenir des A?

M. Almon : Faire assez de problèmes pour être capable d'en comprendre toutes les étapes. Être assez motivés pour pouvoir faire d'eux-mêmes des abstractions. Certains élèves semblent trop paresseux pour se donner la peine de résoudre des problèmes complexes. D'autres n'ont jamais essayé de résoudre des problèmes complexes. D'autres n'ont jamais essayé de résoudre un problème. La pratique aide vraiment beaucoup. S'ils sont trop paresseux pour se donner la peine de réfléchir, ils ne pourront jamais progresser. Quand ils ont la motivation nécessaire pour s'accorder le temps de travailler, ils peuvent alors atteindre des niveaux plus élevés de pensée. Mais ils n'ont pas cette motivation. Malheureusement, je n'ai pas réussi à motiver tous les élèves.

M. Dareichuk a utilisé une méthode d'évaluation différente avec son groupe d'élèves forts de 9e année. Le premier examen de l'annee lui avait permis de vérifier l'efficacité d'une méthode d'enseignement qu'il venait tout juste de mettre à l'essai. Comme il était déçu des résultats obtenus par ses élèves, il a donc décidé de modifier cette méthode pour l'étape de travail suivante. Il a remplacé les « discussions en petits groupes » par une méthode beaucoup plus structurée mettant en cause le groupe au complet. L'examen suivant a donné des résultats bien supérieurs. J'étais présent lorsque M. Dareichuk a donné son premier examen. Nous avons ensuite analysé les résultats. Une partie de l'examen consistait en questions à choix multiples (tirées du programme-cadre) et une autre partie demandait des réponses courtes. J'ai exprimé ma surprise devant la difficulté du sujet; par exemple, l'élève devait choisir les variables dépendantes et indépendantes à partir de la description d'une expérience. J'ai alors souligné le fait que mes étudiants de 2e année à l'université avaient de la difficulté à saisir la notion de variable, sans parler des variables dépendantes et indépendantes.

D'après M. Dareichuk, l'examen était valable parce qu'il était tiré du guide pédagogique. Par conséquent, si les élèves n'avaient pas eu des résultats satisfaisants, cela était dû à un enseignement inadéquat, à des efforts insuffisants de la part des élèves ou au fait que les élèves étaient classés dans un groupe trop fort.

J'aimerais ajouter que M. Dareichuk a par la suite décidé de « donner la chance » aux élèves de racheter les résultats du premier examen. Il était enchanté de leur réaction lorsqu'il a proposé que le premier examen ne soit pas nécessairement compté dans le résultat final. En effet, les élèves se sont mis au travail avec une ardeur exceptionnelle. Il est astucieux, de la part de M. Dareichuk, d'avoir décidé de façon presque intuitive de transformer des critères « stricts », qui ont peut-être donné de faibles résultats

en des critères « assouplis », qui ont eu pour conséquence de motiver grandement les élèves. Toutefois, il est peut-être faux de parler de critères « assouplis », lorsqu'il s'agit de percevoir de façon réaliste les problèmes inhérents aux examens et à l'évaluation.

D'une façon ou d'une autre, les professeurs en sont arrivés à cette perception de l'évaluation. Plusieurs d'entre eux ont observé que leurs études secondaires et universitaires avaient sans doute donné lieu aux événements personnels sur lesquels se fondaient leurs opinions. Par exemple, lors d'une discusion sur l'insistance des professeurs sur les problèmes quantitatifs, M. Bews fit la remarque suivante :

M. Aikenhead : Vous semblez tellement convaincu de l'utilité des problèmes quantitatifs ... Pouvez-vous identifier avec précision d'où vous vient cette certitude, ou même la définir?

M. Bews : Je ne sais pas vraiment, mais je soupçonne que ça me vient en grande partie de ma propédeutique de médecine. La science nous était présentée dans une perspective extrêmement quantitative, et cela à longueur de journée. En vérité, je ne peux pas dire que j'ai adoré ça. Mais j'ai fini par comprendre jusqu'à quel point les choses sont quantifiables, et quels types de techniques il faut maîtriser si on a un tant soit peu d'ambition. Or, comme ça m'a réussi, je suppose que je valorise toujours cette approche. Vous me suivez?

M. Aikenhead : Oui, oui, c'est clair.

M. Bews : En fait, il a fallu que je bûche ferme (la dimension quantitative de la science, à l'université), et je crois que j'en suis sorti grandi, précisément parce qu'il a fallu que je bûche. Et je suis bien placé pour comprendre les difficultés avec lesquelles certains de mes élèves se débattent.

M. Almon, par contre, dit regretter que ses études universitaires ne lui aient pas fait voir la physique sous un jour différent :

M. Almon : Vous savez, je regrette vraiment de ne pas mieux comprendre les applications quotidiennes de la physique. Quand j'y repense, je m'aperçois que c'était une grosse lacune quand j'étudiais à l'université. Je ne sais pas à quoi attribuer ça – à l'enseignement comme tel ou à ma façon d'étudier. Peut-être que c'est ma préoccupation pour l'aspect mathématique qui me cachait tout le reste. Mais je sais que je ne comprends pas l'aspect quotidien de la physique autant que je le voudrais.

On a également abordé les expériences vécues à l'école normale. Les enseignants soulignèrent que certains de leurs professeurs avaient eu une influence considérable sur leur formation en tant que maîtres, mais que d'autres avaient été incapables de leur apporter quoi que ce soit, tant leurs propos étaient en rupture avec la réalité quotidienne de l'enseignement.

Ces derniers, qui avaient « désinfecté » leurs cours en éliminant tout rapport avec le monde réel de la salle de classe, avaient frappé les enseignants par – précisément – la parfaite stérilité de leur démarche; l'idéalisme et la théorisation débridés furent les antiseptiques les plus dénoncés. Parmi les professeurs de sciences de l'école des Prairies, un seul avait suivi un cours de méthodologie de l'enseignement des sciences à l'école normale. Les autres avaient reçu leur formation en sciences au collège des arts et des sciences.

Le dialogue qui suit, avec M. Almon, donne un aperçu de la façon dont les professeurs perçoivent la formation des maîtres.

M. Aikenhead : Nous avons discuté du choix des composantes du programme et de leur mise à l'essai. D'où viennent vos idées personnelles à ce sujet? De vos cours de sciences à l'université? De l'école normale? De vos expériences personnelles?

M. Almon : La majorité de mes idées là-dessus proviennent de ma propre expérience en tant qu'étudiant, de ce qui m'a réussi. Parmi les idées dont nous avons discuté et qui sont de moi, très peu remontent à mon séjour à l'école normale. C'est plutôt à partir de mes cours de physique au secondaire et à l'université que je les ai formulées, et aussi à partir d'autres cours dans des matières connexes.

Notre discussion se détourna de l'école normale pour aborder la question du perfectionnement des maîtres.

M. Aikenhead : Quand vous parlez des changements à apporter à l'enseignement, vous pensez à des changements visant à mieux atteindre ses objectifs. Si je comprends bien, vous ne remettez pas en question ces objectifs?

M. Almon : A priori, je ne suis pas contre l'idée de changer ces objectifs, mais il faudrait alors que je puisse voir les avantages qu'apporteraient ces changements à mes élèves. Pour l'instant, je suis satisfait de mes objectifs, mais en observant la façon dont la science évolue, je sais bien que mes objectifs ne sont pas gravés sur le marbre. Par exemple, j'ai connu des professeurs de physique qui traitaient très peu de sa dimension mathématique et qui n'insistaient que sur les concepts, sans les quantifier. Ils m'ont assuré que ça marchait très bien. Bon. Si je pouvais travailler quelque temps avec eux et voir comment les étudiants réagissent, et même voir ce qui leur arrive une fois à l'université ou dans la vie de tous les jours... Peut-être qu'alors je modifierais mes objectifs.

M. Aikenhead : Je remarque que lorsque vous avancez un argument, vous le rattachez toujours à une expérience personnelle.

M. Almon : C'est ma façon d'apprendre, beaucoup plus qu'avec des

arguments et des théories. Si je pouvais voir de mes yeux les résultats, là je pourrais changer d'objectifs. Mes objectifs sont fondés sur ce que j'ai vu au cours des années; par conséquent, je pense que le seul moyen de modifier mes objectifs, c'est que quelqu'un me donne l'occasion concrète de partager son expérience et qu'il me fasse voir sa perspective.

Les élèves, la matière et le rôle des enseignants

À l'école secondaire des Prairies, dans les examens, on semble mettre l'accent sur des questions demandant des réponses précises qui peuvent être corrigées objectivement. Si les examens peuvent apprendre quelque chose aux élèves sur la nature des sciences, c'est que celles-ci apparaissent comme un corpus de vérités. Les sujets qui s'éloignent quelque peu de la matière principale et qui font intervenir des aspects qualitatifs et, jusqu'à un certain point, subjectifs, ne semblent pas pouvoir se prêter aux examens. Cependant, les enseignants sont généralement d'avis que ces sujets constituent un facteur important de motivation des élèves et, dans certains cas, un moyen d'évaluation complémentaire.

Ce qu'il est important de savoir sur les sciences semble relié à ce que les élèves peuvent retirer des sciences. Par exemple, il est important d'acquérir des habitudes d'ordre à partir d'un sujet scientifique présenté dans un ordre rigoureux. Il est plus important d'éveiller l'intérêt des élèves que de les forcer à se plier à une discipline au moyen de sanctions. Prenons l'exemple des groupes de 9e année et des groupes faibles. Ces élèves faisaient souvent l'objet de discussions sur la socialisation. On croyait qu'ils avaient besoin de s'autodiscipliner, en particulier pendant les travaux pratiques, et les enseignants assumaient la responsabilité de prendre les mesures appropriées en ce sens. M. Ford n'hésitait pas à retenir après l'école l'élève de 9e qui n'avait pas remis son devoir. Il tenait à ce que les élèves sachent qu'ils doivent faire ce que leur professeur considère comme valable. Lorsque les élèves ont bien travaillé, le professeur peut adapter les activités scolaires en vue d'atteindre d'autres objectifs du programme. J'ai approfondi ce sujet avec M. Almon et discuté avec lui de la conduite que les élèves doivent adopter au sujet de leurs rapports de laboratoire.

M. Almon : Il faut qu'ils sachent que, lorsque je leur dis que les rapports doivent être remis à la période suivante, je veux qu'ils les remettent à la période suivante; et que les rapport seront notés.

M. Aikenhead : Pourquoi est-ce si important?

M. Almon : Parce qu'ils doivent prendre leurs responsabilités, c'est-à-dire que, lorsque je leur dis qu'ils doivent remettre un travail, cela ne veut pas dire qu'ils peuvent arriver le jour suivant et dire : « Je n'ai pas eu le temps de le faire, est-ce que je peux le remettre demain? »

M. Aikenhead : Qu'arriverait-il si vous disiez oui?

M. Almon : Eh bien, les élèves finiraient par laisser de côté les rapports de laboratoire, et ils ne se donneraient pas la peine de les faire. Ils auraient alors l'impression de ne pas être tenus de faire ce qu'on leur demande. Le cours perdrait de l'importance à leurs yeux. Il m'est arrivé d'être plus tolérant, vous savez, et de dire : « D'accord, je vais t'accorder une journée ou deux de plus », mais je devais attendre ensuite une éternité avant qu'on me remette les travaux.

Il semble exister un rapport étroit entre le sens des responsabilités de l'élève et sa capacité de prendre le travail scolaire et le professeur au sérieux. Comme nous l'avons déjà vu, l'attribution de notes est une manière classique et artificielle de renforcer le sens des responsabilités et l'éthique du travail chez l'élève.

En plus de leur attribuer des notes, tous les enseignants considèrent qu'ils ont la responsabilité d'encourager leurs élèves à travailler fort. Tous ont instauré un climat d'efficacité dans leurs cours. En outre, la personnalité de la plupart des enseignants contribuait à rendre le climat plus humain. Afin d'illustrer ce fait, j'ai choisi de parler de deux enseignants, MM. Almon et Cheney, qui accordent une très grande importance au climat de la classe.

Lorsque M. Almon circule dans la salle de cours pour aider ses élèves dans leurs travaux, j'ai remarqué qu'il se place toujours de façon à avoir un contact visuel avec eux. Il les écoute tout en étant actif et fait preuve d'une grande patience. Lors du premier cours de l'année scolaire, M. Almon a souligné l'importance du « respect des autres », puis il a parlé du « climat et des règlements » de sa classe (la « constitution » de la classe). Je me suis entretenu de ce sujet avec lui.

M. Aikenhead : Vous accordez beaucoup d'importance à ce que vos élèves ressentent en classe. Quels sont vos objectifs à cet égard?

M. Almon : L'une des raisons pour lesquelles je veux que les élèves se sentent bien dans mon cours est que je souhaite qu'ils aiment les sciences... C'est un domaine intéressant, voire même agréable... Je faisais moi-même la différence lorsque j'étais étudiant. C'est le climat de la classe qui déterminait si j'aimais assister aux cours, si je fournissais ou non des efforts, ou encore si je combattais le système. Très peu de mes élèves contestent le système ou me contestent personnellement; il y en aurait sûrement beaucoup plus si j'imposais une structure rigide ou si j'étais très autoritaire. Nous votons pour déterminer la date des examens. Cette façon de procéder semble diminuer de beaucoup les risques de conflits entre professeur et élèves.

Lorsqu'un élève présente des problèmes de comportement, M. Almon

lui témoigne de l'intérêt. Cette tactique a généralement pour effet d'empêcher les affrontements en classe. En plus d'avoir un effet bénéfique sur le comportement des élèves, le climat de confiance instauré par M. Almon lui permet également d'atteindre plus facilement les objectifs du programme.

M. Almon : Je veux qu'à la fin du cours, les élèves sachent non seulement résoudre des problèmes et réciter des formules, mais qu'ils aiment également les sciences et qu'ils comprennent les phénomènes scientifiques. Ils semblent retenir beaucoup plus facilement ce qui a fait l'objet d'une démonstration.

M. Aikenhead : Ainsi, cela vous donne le sentiment d'avoir fait quelque chose pour eux.

M. Almon : Oui, et j'aime bien sentir dans la classe un peu d'enthousiasme et d'ardeur pour l'étude des sciences.

C'est le sourire chaleureux et spontané de M. Cheney, particulièrement lorsque les élèves ont besoin de se détendre, qui caractérise le climat social de ses cours. Au tout début de l'année scolaire, il a fait volontairement des efforts pour établir un contact personnel avec chaque élève, « avant que les rapports ne se formalisent en vue de la préparation des bulletins. » Le jour de la rentrée, vêtu d'un complet trois-pièces bleu d'apparence soignée, M. Cheney plaisantait avec les élèves dans le hall, leur demandait des nouvelles de leurs mères et se remémorait les activités de camping communes. Bien que par la suite, M. Cheney ait remplacé son costume trois-pièces par un deux-pièces, puis par des vêtements plus ordinaires, il a continué d'avoir des échanges personnels avec les élèves.

Au début de l'année scolaire, M. Cheney a mis chaque groupe au courant de son code des bonnes manières, « pour éviter de blesser la sensibilité des autres, ce qui est très important. » Il leur a rappelé qu'il accorde autant d'importance à la connaissance du coeur qu'à celle de la raison. Ces remarques, après le discours de la rentrée, ne sont pas demeurées lettre morte. Par exemple, lorsqu'il enseignait à son groupe d'élèves faibles de biologie, il s'en remettait constamment à son code et se préoccupait des sentiments de ses élèves. Son comportement illustrait ses convictions. En septembre, les élèves de son groupe faible avaient l'habitude de se moquer constamment les uns des autres. Lorsque, dans le couloir, quelqu'un trébuchait ou échappait un livre, le groupe au complet s'esclaffait. Une élève du groupe était tellement intimidée, lorsqu'elle devait s'exprimer oralement, qu'elle se mettait alors à bégayer et à jouer nerveusement avec une mèche de cheveux. D'autres élèves étaient littéralement trop traumatisés pour répondre aux questions du professeur. En octobre, le groupe commençait déjà à s'amuser *avec* M. Cheney et même les élèves les plus timides répondaient calmement aux questions. Au mois de novembre, le groupe semblait avoir acquis beaucoup de maturité. Les absences étaient rares. Les élèves coopéraient aux activités d'apprentissage et ils étaient courtois les uns envers les autres.

M. Cheney était sans aucun doute sincère lorsqu'il m'a avoué qu'il avait beaucoup d'affection pour ce groupe. Sa façon de composer avec le « produit » des élèves était directement reliée au climat qu'il souhaitait conserver en classe.

M. Cheney : Eh bien, je vous ai dit ce matin, que pour les élèves plus faibles il faut viser le produit fini. Si nous nous concentrons davantage sur le produit, cela contribue à créer un climat de confiance. Je suis content lorsqu'ils arrivent à faire quelque chose. Il en sont heureux eux-mêmes. Cela leur donne un sentiment de satisfaction de savoir qu'ils peuvent y arriver. Ce n'est pas la peine de leur demander de faire quelque chose qui les dépasse – et croyez-moi ce n'est pas une question de répétition, d'exercice ou de quoi que ce soit d'autre. Comment peut-on obtenir des résultats s'il n'existe pas d'abord un climat de confiance? De cette façon, il y a au moins un certain nombre de choses qu'ils peuvent faire. Certains les feront même très bien... Le climat est agréable et le travail est tout de même sérieux.

Les caractéristiques décrites ci-dessus ne se retrouvaient pas uniquement dans les groupes de MM. Almon et Cheney. Dans tous les cours de sciences de l'école des Prairies, les enseignants s'intéressaient aux élèves et voulaient les aider. Le climat d'aide et de confiance favorisait autant la réussite sociale que scolaire. Tout en permettant aux enseignants d'arriver à leurs fins, il servait à orienter le comportement des élèves de façon subtile, mais efficace. Le sentiment de confiance qui caractérisait les échanges en classe était un facteur de motivation et avait des effets positifs sur le comportement des élèves.

Cela nous ramène au but visé par la présente étude de cas qui devait accorder une attention particulière aux points de vue des enseignants eux-mêmes. L'étude est conçue comme *leur* étude de cas, dans le sens où ils pourraient l'avoir rédigée eux-mêmes s'ils avaient pu disposer du temps et de l'aide nécessaire. Pour dire les choses simplement, mon rôle s'est résumé à mettre en évidence leurs impressions et leurs opinions de façon structurée. Règle générale, la méthode que j'ai utilisée a consisté à observer le déroulement des activités en classe, à demander aux enseignants quelles décisions ils ont dû prendre pour mener à bien ces activités, à étudier les motifs à l'origine de ces décisions et à prendre note des impressions et des opinions des enseignants qui sous-tendaient ces motifs. Ma tâche n'est pas de tirer des conclusions. En effet, l'étude de cas ne se termine pas par une série de conclusions, bien qu'elle propose certaines orientations à l'intention du lecteur.

Le lecteur peut effectivement tirer ses propres conclusions. S'il s'intéresse à l'enseignement des sciences, mais qu'il n'enseigne pas, cette étude lui donnera une idée *partielle* des multiples facettes de l'enseignement des sciences dans une école secondaire, de leurs caractéristiques changeantes,

de leur complexité et de leurs corrélations. Si le lecteur conçoit des programmes ou s'il souhaite s'occuper de leur mise en application et que la lecture de ce document lui a mieux fait comprendre certaines des réalités du processus de l'enseignement, l'étude aura alors été utile.

Publications du Conseil des sciences du Canada

Rapports du Conseil

N° 1 **Un programme spatial pour le Canada**, juillet 1967 (SS22-1967/1F, 0,75 $) 37 p.
N° 2 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Première évaluation et recommandations**, décembre 1967 (SS22-1967/2F, 0,25 $) 13 p.
N° 3 **Un programme majeur de recherches sur les ressources en eau du Canada**, septembre 1968 (SS22-1968/3F, 0,75 $) 43 p.
N° 4 **Vers une politique nationale des sciences au Canada**, octobre 1968 (SS22-1968/4F, 1,00 $) 60 p.
N° 5 **Le soutien de la recherche universitaire par le gouvernement fédéral**, septembre 1969 (SS22-1969/5F,0,75 $) 31 p.
N° 6 **Une politique pour la diffusion de l'information scientifique et technique**, septembre 1969 (SS22-1969F/6F, 0,75 $) 41 p.
N° 7 **Les sciences de la Terre au service du pays – Recommandations**, avril 1970 (SS22-1970/7F, 0,75 $) 37 p.
N° 8 **Les arbres... et surtout la forêt**, 1970 (SS22-1970/8F, 0,75 $) 22 p.
N° 9 **Le Canada...leur pays**, 1970 (SS22-1970/9F, 0,75 $) 43 p.
N° 10 **Le Canada, la science et la mer**, 1970 (SS22-1970/10F, 0,75 $) 39 p.
N° 11 **Le transport par ADAC : Un programme majeur pour le Canada**, décembre 1970 (SS22-1970/11F, 0,75 $) 35 p.
N° 12 **Les deux épis, ou l'avenir de l'agriculture**, mars 1971, (SS22-1970/12F, 1,25 $) 65 p.
N° 13 **Un réseau transcanadien de téléinformatique; 1ère phase d'un programme majeur en informatique**, août 1971 (SS22-1971/13F, 0,75 $) 41 p.
N° 14 **Les villes de l'avenir – Les sciences et les techniques au service de l'aménagement urbain**, septembre 1971 (SS22-1971/14F, 1,75 $) 75 p.
N° 15 **L'innovation en difficulté : Le dilemme de l'industrie manufacturière au Canada**, octobre 1971 (SS22-1971/15F, 0,75 $) 49 p.
N° 16 **« ...mais tous étaient frappés » – Analyse de certaines inquiétudes pour l'environnement et dangers de pollution de la nature canadienne**, juin 1972 (SS22-1972/16F, 1,00 $) 53 p.
N° 17 **In vivo – Quelques lignes directrices pour la biologie fondamentale au Canada**, août 1972 (SS22-1972/17F, 1,00 $) 77 p.
N° 18 **Objectifs d'une politique canadienne de la recherche fondamentale**, septembre 1972 (SS22-1972/18F, 1,00 $) 81 p.
N° 19 **Problèmes d'une politique des richesses naturelles au Canada**, janvier 1973 (SS22-1973/19F, 1,25 $) 65 p.
N° 20 **Le Canada, les sciences et la politique internationale**, avril 1973 (SS22-1973/20F, 1,25 $) 70 p.
N° 21 **Stratégies pour le développement de l'industrie canadienne de l'informatique**, septembre 1973 (SS22-1973/21F, 1,50 $) 84 p.
N° 22 **Les services de santé et la science**, octobre 1974 (SS22-1974/22F, 2,00 $) 144 p.
N° 23 **Les options énergétiques du Canada**, mars 1975 (SS22-1975/23F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 151 p.
N° 24 **La diffusion des progrès techniques des laboratoires de l'État dans le secteur secondaire**, décembre 1975 (SS22-1975/24F, Canada : 1,00 $; autres pays : 1,20 $) 67 p.
N° 25 **Démographie, technologie et richesses naturelles**, juillet 1976 (SS22-1976/25F, Canada : 3,00 $; autres pays : 3,60 $) 93 p.
N° 26 **Perspective boréale – Une stratégie et une politique scientifique pour l'essor du Nord canadien**, août 1977 (SS22-1977/26F, Canada : 2,50 $; autres pays : 3,00 $) 99 p.
N° 27 **Le Canada, société de conservation – Les aléas des ressources et la nécessité de technologies inédites**, septembre 1977 (SS22-1977/27F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 116 p.
N° 28 **L'ambiance et ses contaminants – Une politique de lutte contre les agents toxiques à retardement de l'ambiance professionnelle et de l'environnement**, octobre 1977 (SS22-1977/28F, Canada : 2,00 $; autres pays : 2,40 $) 76 p.
N° 29 **Le maillon consolidé – Une politique canadienne de la technologie**, février 1979 (SS22-1979/29F, Canada : 2,25 $; autres pays : 2,70 $) 74 p.

N° 30 **Les voies de l'autosuffisance énergétique – Les démonstrations nécessaires sur le plan national**, juin 1979 (SS22-1979/30F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 211 p.

N° 31 **La recherche universitaire en péril – Le problème de la décroissance des effectifs d'étudiants**, décembre 1979 (SS22-1979/31F, Canada : 2,95 $; autres pays : 3,55 $) 69 p.

N° 32 **Collaboration à l'autodéveloppement – L'apport scientifique et technologique du Canada à l'autodéveloppement – L'apport scientifique et technologique du Canada à l'approvisionnement alimentaire du Tiers Monde**, mars 1981 (SS22-1981/32F, Canada : 3,95 $; autres pays : 4,75 $) 120 p.

N° 33 **Préparons la société informatisée – Demain, il sera trop tard**, mars 1982 (SS22-1982/33F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 87 p.

N° 34 **Les transports et notre avenir énergétique – Voyages interurbains au Canada**, septembre 1982 (SS22-1982/34F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 128 p.

N° 35 **Le pouvoir de réglementation et son contrôle – Sciences, valeurs humaines et décisions**, octobre 1982 (SS222-1982/35F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 110 p.

N° 36 **À l'école des sciences : La jeunesse canadienne face à son avenir**, avril 1984 (SS22-1984/36F, Canada : $ 5,25, autres pays : $ 6,30).

Exposés du Conseil

Le support de la recherche au Canada – Un investissement qui s'impose, mai 1978

La forêt canadienne en danger, mars 1983

Exposés des comités du Conseil

Pour une société de conservation : Une déclaration, par le Comité de la Société de conservation, 1976, 24 p.

Un potentiel de recherche du Canada en péril, par le groupe d'étude de la recherche au Canada, 1976, tête-bêche, 7 p.

Les perspectives incertaines de l'industrie canadienne de fabrication – 1971-1977, par le Comité de la politique industrielle, 1977, 57 p.

La télématique : information de la société canadienne, par un Comité spécial, 1978, 46 p.

A Scenario for the Implementation of Interactive Computer-Communications Systems in the Home, par le Comité de la télématique, 1979, 40 p.

Les multinationales et la stratégie industrielle – Le rôle des droits exclusifs de diffusion mondiale d'un produit, par le Groupe d'étude de la politique industrielle, 1980, 79 p.

L'industrie dans une conjoncture difficile – Une déclaration, par le Comité de la politique industrielle, 1981, 107 p.

Les femmes et l'enseignement des sciences au Canada – Une déclaration, par le Comité de l'enseignement des sciences, 1982, tête-bêche, 6 p.

Rapports sur des questions soumises par le Ministre d'État

Recherche et développement au Canada – Rapport du Comité consultatif spécial pour la R & D auprès du Ministre d'État aux Sciences et à la Technologie, 1979, 35 p.

La sensibilisation du public canadien aux sciences et à la technologie – Rapport à l'intention du Ministre d'État chargé des Sciences et de la Technologie, 1981, 60 p.

Études de documentation

N° 1 **Upper Atmosphere and Space Programs in Canada**, by J.H. Chapman, P.A. Forsyth, P.A. Lapp, G.N. Patterson, February 1967 (SS21/1, 2,50 $) 258 p.

N° 2 **Physics in Canada: Survey and Outlook**, by a Study Group of the Canadian Association of Physicists headed by D.C. Rose, May 1967 (SS21-1/2, 2.50 $) 385 p.

N° 3 **La psychologie au Canada**, par M.H. Appley et Jean Rickwood, septembre 1967 (SS21-1/3F, 2,50 $) 145 p.

N° 4 **La proposition d'un générateur de flux neutroniques intenses – Évaluation scientifique et économique**, par un Comité du Conseil des sciences du Canada, décembre 1967 (SS21-1/4F, 2,00 $) 203 p.

N° 5 **La recherche dans le domaine de l'eau au Canada**, par J.P. Bruce et D.E.L. Maasland, juillet 1968 (SS21-1/5F, 2,50 $) 190 p.

N° 6 **Études de base relatives à la politique scientifique : Projections des effectifs et des dépenses en R & D**, par R.W. Jackson, D.W. Henderson et B. Leung, 1969 (SS21-1/6F, 1,25 $) 94 p.

N° 7 **Le gouvernement fédéral et l'aide à la recherche dans les universités canadiennes**, par John B. Macdonald, L.P. Dugal, J.S. Dupré, J.B. Marshall, J.G. Parr, E. Sirluck et E. Vogt, 1969 (SS21-1/7F, 3,75 $) 397 p.

N° 8 **L'information scientifique et technique au Canada**, Première partie, par J.P.I. Tyas, 1969 (SS21-1/8F, 1,50 $) 74 p.
IIe partie, Premier chapitre : Les ministères et organismes publics (SS21-1/8-2-1F, 1,75 $) 188 p.
IIe partie, Chapitre 2 : L'industrie (SS21-1/8-2-2F, 1,75 $) 84 p.
IIe partie, Chapitre 3 : Les universités (SS21-1/8-2-3F, 1,75 $) 129 p.
IIe partie, Chapitre 4 : Organismes internationaux et étrangers (SS21-1/8-2-4F, 1,00 $) 67 p.
IIe partie, Chapitre 5 : Les techniques et les sources (SS21-1/8-2-5F, 1,25 $) 113 p.
IIe partie, Chapitre 6 : Les bibliothèques (SS21-1/8-2-6F, 1,00 $) 57 p.
IIe partie, Chapitre 7 : Questions économiques (SS21-1/8-2-7F, 1,00 $) 67 p.

N° 9 **La chimie et le génie chimique au Canada : Étude sur la recherche et le développement technique**, par un groupe d'étude de l'Institut de Chimie du Canada, 1969 (SS21-1/9F, 2,50 $) 106 p.

N° 10 **Les sciences agricoles au Canada**, par B.N. Smallman, D.A. Chant, D.M. Connor, J.C. Gilson, A.E. Hannah, D.N. Huntley, E. Mercier, M. Shaw, 1970 (SS21-1/10F, 2,00 $) 157 p.

N° 11 **L'Invention dans le contexte actuel**, par Andrew H. Wilson, 1970 (SS21-1/11F, 1,50 $) 82 p.

N° 12 **L'aéronautique débouche sur l'avenir**, par J.J. Green, 1970 (SS21-1/12F, 2,50 $) 156 p.

N° 13 **Les sciences de la Terre au service du pays**, par Roger A. Blais, Charles H. Smith, J.E. Blanchard, J.T. Cawley, D.R. Derry, Y.O. Fortier, G.G.L. Henderson, J.R. Mackay, J.S. Scott, H.O. Seigel, R.B. Toombs et H.D.B. Wilson, 1971 (SS21-1/13F, 4,50 $) 392 p.

N° 14 **La recherche forestière au Canada**, par J. Harry G. Smith et Gilles Lessard, mai 1971 (SS21-1/14F, 3,50 $) 234 p.

N° 15 **La recherche piscicole et faunique**, par D.H. Pimlott, C.J. Kerswill et J.R. Bider, juin 1971 (SS21-1/15F, 3,50 $) 205 p.

N° 16 **Le Canada se tourne vers l'océan : Étude sur les sciences et la technologie de la mer**, par R.W. Stewart et L.M. Dickie, septembre 1971 (SS21-1/16F, 2,50 $) 189 p.

N° 17 **Étude sur les travaux canadiens de R & D en matière de transport**, par C.B. Lewis, mai 1971 (SS21-1/17F, 0,75 $) 31 p.

N° 18 **Du formol au Fortran : La biologie au Canada**, par P.A. Larkin et W.J.D. Stephen, août 1971 (SS21-1/18F, 2,50 $) 87 p.

N° 19 **Les conseils de recherches dans les provinces, au service du Canada**, par Andrew H. Wilson, juin 1971 (SS21-1/19F, 1,50 $) 117 p.

N° 20 **Perspectives d'emploi pour les scientifiques et les ingénieurs au Canada**, par Frank Kelly, mars 1971 (SS21-1/20F, 1,00 $) 65 p.

N° 21 **La recherche fondamentale**, par P. Kruus, décembre 1971 (SS21-1/21F, 1,50 $) 73 p.

N° 22 **Sociétés multinationales, investissement direct de l'étranger, et politique des sciences du Canada**, par Arthur J. Cordell, décembre 1971 (SS21-1/22F, 1,50 $) 95 p.

N° 23 **L'innovation et la structure de l'industrie canadienne**, par Pierre L. Bourgault, mai 1973 (SS21-1/23F, 4,00 $) 135 p.

N° 24 **Aspects locaux, régionaux et mondiaux des problèmes de qualité de l'air**, par R.E. Munn, janvier 1973 (SS21-1/24F, 0,75 $) 39 p.

N° 25 **Les associations nationales d'ingénieurs, de scientifiques et de technologues du Canada**, par le Comité de direction de SCITEC et le Professeur Allen S. West, juin 1973 (SS21-1/25F, 2,50 $) 135 p.

N° 26 **Les pouvoirs publics et l'innovation industrielle**, par Andrew H. Wilson, décembre 1973 (SS21-1/26F, 2,50 $) 288 p.

N° 27 **Études sur certains aspects de la politique des richesses naturelles**, par W.D. Bennett, A.D. Chambers, A.R. Thompson, H.R. Eddy et A.J. Cordell, septembre 1973 (SS21-1/27F, 2,50 $) 126 p.

N° 28 **Formation et emploi des scientifiques : Caractéristiques des carrières de certains diplômés canadiens et étrangers**, par A.D. Boyd et A.C. Gross, février 1974 (SS21-1/28F, 2,25 $) 146 p.

N° 29 **Considérations sur les soins de santé au Canada**, par H. Rocke Robertson, décembre 1973 (SS21-1/29F, 2,75 $) 180 p.

N° 30 **Un mécanisme de prospective technologique : Le cas de la recherche du pétrole sous-marin sur le littoral atlantique**, par M. Gibbons et R. Voyer, mars 1974 (SS21-1/30F, 2,00 $) 116 p.

N° 31 **Savoir, Pouvoir et Politique générale**, par Peter Aucoin et Richard French, novembre 1974 (SS21-1/31F, 2,00 $) 93 p.

N° 32 **La diffusion des nouvelles techniques dans le secteur de la construction**, par A.D. Boyd et A.H. Wilson, janvier 1975 (SS21-1/32F, 3,50 $) 169 p.

N° 33 **L'économie d'énergie**, par F.H. Knelman, juillet 1975 (SS21-1/33F, Canada : 1,75 $; autres pays : 2,10 $) 95 p.

N° 34 **Développement économique du Nord canadien et mécanismes de prospective technologique : Étude de la mise en valeur des hydrocarbures dans le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort, et dans l'Archipel arctique**, par Robert F. Keith, David W. Fischer, Colin E. De'Ath, Edward J. Farkas, George R. Francis et Sally C. Lerner, mai 1976 (SS21-1/34F, Canada : 3,75 $; autres pays : 4,50 $) 240 p.

N° 35 **Rôle et fonctions des laboratoires de l'État en matière de diffusion des nouvelles techniques vers le secteur secondaire**, par Arthur J. Cordell et James Gilmour, mars 1980 (SS21-1/35F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 418 p.

N° 36 **Économie politique de l'essor du Nord**, par K.J. Rea, novembre 1976 (SS21-1/36F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 270 p.

N° 37 **Les sciences mathématiques au Canada**, par Klaus P. Beltzner, A. John Coleman et Gordon D. Edwards, mars 1977 (SS21-1/37F, Canada : 6,50 $; autres pays : 7,80 $) 282 p.

N° 38 **Politique scientifique et objectifs de la société**, par R.W. Jackson, août 1977 (SS21-1/38F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 140 p.

N° 39 **La législation canadienne et la réduction de l'exposition aux contaminants**, par Robert T. Franson, Alastair R. Lucas, Lorne Giroux et Patrick Kenniff, août 1978 (SS21-1/39F, Canada : 4,00 $; autres pays : 4,80 $) 152 p.

N° 40 **Réglementation de la salubrité de l'environnement et de l'ambiance professionnelle au Royaume-Uni, aux États-Unis et en Suède**, par Roger Williams, mars 1980 (SS21-1/40F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $) 247 p.

N° 41 **Le mécanisme réglementaire et la répartition des compétences en matière de réglementation des agents toxiques au Canada**, par G. Bruce Doern, mars 1980 (SS21-1/41F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6,00 $) 262 p.

N° 42 **La mise en valeur du gisement minier de la baie Strathcona : Une étude de cas en matière de décision**, par Robert B. Gibson, décembre 1980 (SS21-1/42F, Canada : 8,00 $; autres pays : 9,60 $) 378 p.

N° 43 **Le maillon le plus faible : L'aspect technologique du sous-développement industriel du Canada**, par John N.H. Britton et James M. Gilmour, avec l'aide de Mark G. Murphy, mars 1980 (SS21-1/4F, Canada : 5,00 $; autres pays : 6,00 $) 251 p.

N° 44 **La participation du gouvernement canadien à l'activité scientifique et technique internationale**, par Jocelyn Maynard Ghent, février 1981 (SS21-1/4F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 155 p.

N° 45 **Coopération et développement international – Les universités canadiennes et l'alimentation mondiale**, par William E. Tossell, janvier 1981 (SS21-1/45F, Canada : 6,00 $; autres pays : 7,20 $) 163 p.

N° 46 **Le rôle accessoire de la controverse scientifique et technique dans l'élaboration des politiques de l'Administration fédérale**, par G. Bruce Doern, septembre 1981 (SS21-1/46F, Canada : 4,95 $; autres pays : 5,95 $) 125 p.

N° 47 **Les enquêtes publiques au Canada**, par Liora Salter et Debra Slaco, avec l'aide de Karin Konstantynowicz, juillet 1982 (SS21-1/47F, Canada : 7,95 $; autres pays : 9,55 $) 261 p.

N° 48 **Les entreprises émergentes : pour jouer gagnant**, par Guy P.F. Steed, décembre 1982 (SS21-1/48F, Canada : 6,95 $; autres pays : 8,35 $) 200 p.

N° 49 **Les pouvoirs publics et la microélectronique - L'expérience de cinq pays européens**, Dirk de Vos, mars 1983 (SS21-1/49F, Canada : 4,50 $; autres pays : 5,40 $) 125 p.

N° 50 **Le défi de la coopération - La politique industrielle dans la Fédération canadienne**, Michael Jenkin, août 1983 (SS21-1/50F, Canada : 8,95 $; autres pays : 10,75 $) 239 p.

N° 51 **Partenaires pour la stratégie industrielle - Le rôle particulier des Organismes provinciaux de recherches**, par Donald J. Le Roy et Paul Dufour, octobre 1983 (SS21-1/51F, Canada : 5,50 $; autres pays : 6 60 $) 155 p.

Publications hors série

1976

Energy Scenarios for the Future, par Hedlin, Menzies & Associates, 423 p.
Science and the North: An Essay on Aspirations, par Peter Larkin, 8 p.

Dialogue sur le nucléaire - Compte rendu d'une table ronde sur les questions soulevées par l'énergie nucléaire au Canada, 76 p.

1977

Vue d'ensemble de la contamination par le mercure au Canada, par Clarence T. Charlebois, 23 p.
Vue d'ensemble des dangers de la contamination par le chlorure de vinyle au Canada, par J. Basuk, 24 p.
Materials Recycling: History, Status, Potential, par F.T. Gerson Limited, 98 p.

Les effectifs de la recherche universitaire - Tendances et orientations
- Compte rendu, 19 p.
- Exposés à débattre, 215 p.
- Documentation, 338 p.

Living with Climatic Change: A Proceedings, 90 p.
Proceedings of the Seminar on Natural Gas from the Arctic by Marine Mode A Preliminary Assessment, 254 p.
Seminar on a National Transportation System for Optimum Service: A Proceedings, 73 p.

1978

Le Centre des Ressources du Nord - Première étape vers la création de l'Université boréale, par le Comité de l'essor du Nord, 15 p.
Vue d'ensemble de la contamination par l'amiante au Canada, par Clarence T. Charlebois, 24 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les oxydes d'azote au Canada, par J. Basuk, 23 p.
Federal Funding of Science in Canada: Apparent and Effective Levels, par J. Miedzinski et K.P. Beltzner, 78 p.

Appropriate Scale for Canadian Industry: A Proceedings, 211 p.
Proceedings of the Public Forum on Policies and Poisons, tenu à Toronto, 15 novembre 1977, 40 p.
Science Policies in Smaller Industrialized Northern Countries: A Proceedings, 93 p.

1979

Un contexte canadien pour l'enseignement des sciences, par James E. Page, 55 p.
Vue d'ensemble de la contamination par les rayonnements ionisants au Canada, par J. Basuk, 197 p.
Canadian Food and Agriculture: Sustainability and Self-Reliance: A discussion Paper, par le Committee on Canada's Scientific and Technological Contribution to World Food Supply, 52 p.

À partir de la base - Contribution des ONG canadiens à l'alimentation et à l'aménagement rural dans le Tiers Monde, 163 p.

Opportunities in Canadian Transportation
Conference Proceedings, 162 p.
Auto Sub-Conference Proceedings, 136 p.
Bus/Rail Sub-Conference Proceedings, 122 p.
Air Sub-Conference Proceedings, 131 p.
The Politics of an Industrial Strategy: A Proceedings, 115 p.

1980

Food for the Poor: The Role of CIDA in Agricultural, Fisheries and Rural Development, par Suteera Thomson, 194 p.
L'Enseignement des sciences dans une perspective sociale, par Glen S. Aikenhead, 86 p.

Entropy and the Economic Process: A Proceedings, 107 p.
Opportunities in Canadian Transportation Conference Proceedings; 5, 270 p.
Compte rendu du Séminaire sur la recherche universitaire en péril, 91 p.
Social Issues in Human Genetics - Genetic Screening and Counselling: A Proceedings, 110 p.
The Impact of the Microelectronics Revolution on Work and Working: A Proceedings, 73 p.

1981

L'enseignement des sciences vu par un ingénieur, par Donald A. George, 36 p.
The Limits of Consultation: A debate among Ottawa, the Provinces, and the Private Sector on an Industrial Strategy, par D. Brown, J. Eastman, avec I. Robinson, 195 p.

Biotechnology in Canada - Promises and Concerns: A Proceedings, 62 p.
L'articulation du complexe de la recherche
1er volume : Abrégés des communications, 130 p.
2e volume : Texte intégral des communications, 324 p.
The Adoption of Foreign Technology by Canadian Industry: A Proceedings, 152 p.
L'influence de la mutation microélectronique sur la branche canadienne de l'électronique, 105 p.
L'avenir de l'enseignement assisté par ordinateur, 51 p.

1982

Qu'est-ce que la pensée scientifique? par Hugh Munby, 42 p.
La Macroscole - ou l'enseignement systémique des sciences, par M. Risi, 65 p.

Les sciences au Québec : Quelle éducation? - Compte rendu, 134 p.
Qui fait tourner la roue? - Compte rendu, 149 p.

1983

Les parlementaires et la science, Exposé à débattre, par Karen Fish, 50 p.
La culture scientifique - Vers l'équilibre dans le choix d'objectifs pour l'enseignement des sciences à l'école, Exposé à débattre, par Douglas A. Roberts, 43 p.
Un regard neuf sur la société de conservation, par Ted Schrecker, 52 p.
La réglementation des recherches sur la recombinaison génétique - Le dossier de trois pays, par Howard Eddy, 101 p.

L'Atelier sur l'intelligence artificielle, par F. David Peat, 79 p.